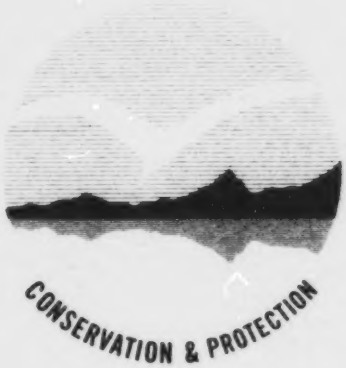
Environnement Canada Environment Canada

Canada

LES DIOXINES ET LES FURANES DANS LES SÉDIMENTS DE FOND PRÈS DES 47 USINES CANADIENNES DE PÂTES ET PAPIERS UTILISANT LE PROCÉDÉ DE BLANCHIMENT AU CHLORE

L. TRUDEL



MARS 1991

DIRECTION DE LA QUALITÉ DES EAUX
DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES
ENVIRONNEMENT CANADA
OTTAWA (ONTARIO)

(Available in English on request)

LES DIOXINES ET LES FURANES DANS LES SÉDIMENTS DE FOND PRÈS DES 47 USINES CANADIENNES DE PÂTES ET PAPIERS UTILISANT LE PROCÉDÉ DE BLANCHIMENT AU CHLORE

L. TRUDEL

MARS 1991

DIRECTION DE LA QUALITÉ DES EAUX
DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES
ENVIRONNEMENT CANADA
OTTAWA (ONTARIO)
K1A 0H3

92-04034/

REMERCIEMENTS

Comme dans toute entreprise de ce genre, de nombreuses personnes ont contribué à la préparation de ce rapport.

Je tiens à remercier tout le personnel qui a assuré le soutien sur le terrain, prélevé les échantillons, accompli le travail d'analyse et assuré la coordination du programme. La collaboration des organismes provinciaux a été particulièrement appréciée.

Une reconnaissance particulière va à R. Stevens, F. Mah, M. Forbes, D. Carlisle, E. Muller et E. Watt pour leurs nombreux efforts et leur appui continuel.

Je suis reconnaissante à A. Wollin, L. Noton, S. Ramamoorthy, J. Merriman, D. Valiela, L. Churchland, R. Parker, M. Guilcher, T. Yuzik et D. Woo pour leur révision critique du rapport préliminaire.

Je remercie également A.S.Y. Chau, J. Shrimpton, T. Tuominen, M. Sekela, L. Harding, M. Pomeroy, R. Dalcourt, D. Laliberté et A. Baweja pour leur révision du manuscrit et leurs conseils.

Je remercie tout particulièrement R. Post (Systèmes d'information géographique) et D. MacLeod (Statistique).

Je m'en voudrais de ne pas signaler le travail de P. Davis (Spécialiste en communication) qui a beaucoup amélioré la première version du résumé.

Je remercie sincèrement C. Alie pour la patience témoignée dans la dactylographie du manuscrit et E. Watt pour avoir corrigé avec application tous les textes préliminaires.

Je remercie finalement le Directeur, R. John (Direction de la qualité des eaux) et E. Muller, coordinateur du programme (Direction des programmes industriels, PE).

SOMMAIRE

En 1988, Environnement Canada a établi un programme national d'échantillonnage relatif aux dioxines pour donner suite aux préoccupations suscitées par la présence de dioxines et de furanes près des usines de pâtes et papiers utilisant le procédé de blanchiment au chlore. Une partie de ce programme comprenait le prélèvement d'échantillons de boues ou de sédiments au fond de cours d'eau et de l'océan et la rédaction d'un rapport sur les dioxines et les furanes présentes dans ces échantillons. L'échantillonnage a été réalisé en collaboration avec des organismes provinciaux s'occupant de l'environnement.

Le rapport traite de la contamination des sédiments à proximité des usines de pâtes et papiers par les dioxines et les furanes, telle que l'a révélée l'échantillonnage réalisé à l'échelle nationale.

Au total, 165 échantillons de sédiments ont été prélevés près des 47 usines de pâtes et papiers qui utilisent le procédé de blanchiment au chlore au Canada. Douze usines sont situées en milieu marin et 35, en milieu d'eau douce. Quatre autres usines ont également été soumises à un échantillonnage pour servir de témoins.

Les laboratoires d'Environnement Canada et des laboratoires privés dont les services ont été retenus à contrat ont analysé les échantillons pour en déterminer la teneur en dioxines, en furanes et en carbone organique et leur distribution granulométrique. Un programme de contrôle et d'assurance de la qualité a été réalisé afin de vérifier la fiabilité et la comparabilité des données.

Les échantillons de sédiments contaminés provenant de chaque site d'échantillonnage ont été évalués au moyen d'un système de classement basé sur les équivalents de toxicité du composé le plus toxique de la famille des dioxines, soit la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-T_4CDD). Les équivalents de toxicité mesurent les dioxines et les furanes totaux par rapport au membre le plus toxique de la famille, le 2,3,7,8-T_4CDD. Le calcul de ces équivalents a pu entraîner une surestimation des résultats.

Ce système de classement ne repose pas sur un niveau démontré de toxicité ou sur une évaluation du danger, car il n'existe à l'heure actuelle aucune recommandation sur la qualité des sédiments ni aucun critère relatif à la contamination de ces derniers permettant de juger de l'importance de cette contamination. En l'absence de tels critères, une méthode mathématique et statistique a donc été appliquée aux données.

Conclusions :

1) Des dioxines et des furanes ont été détectés dans les sédiments prélevés en aval de 95 % des usines situées tant à proximité de cours d'eau intérieurs que le long des côtes.

2) Des concentrations de 2,3,7,8-tétrachlorodibenzofurane (2,3,7,8-T_4CDF) variant de 10 à 3 179 picogrammes par gramme (pg/g) ont été mesurées à 70 % des usines.

3) La présence de 2,3,7,8-T_4CDD a été détectée dans les sédiments près de 25 % des usines. On a mesuré des concentrations de 17 à 67 pg/g dans les sédiments près de cinq usines et des concentrations de 2 à 15 pg/g près de huit d'entre elles. Selon les données de contrôle et d'assurance de la qualité, les résultats ne sont pas très fiables à ces concentrations.

   Il n'existe pas de norme sur la présence des dioxines et des furanes dans les sédiments. Les résultats que l'on obtient pour les sédiments tendent à confirmer ceux qui découlent de l'analyse des poissons, des mollusques et des crustacés.

4) D'après l'analyse des données sur les sédiments provenant de cette étude, les sédiments prélevés près des usines le long des côtes de la Colombie-Britannique sont beaucoup plus contaminés et contiennent un mélange de dioxines et de furanes beaucoup plus complexe que les sédiments prélevés à proximité des usines installées le long de cours d'eau intérieurs.

   Les données sur les sédiments montrent également que les niveaux de contamination des sédiments étaient très élevés ou élevés pour six des dix usines longeant les côtes de la Colombie-Britannique.

   Sur un total de 35 usines situées près de cours d'eau intérieurs, et soumises à un échantillonnage, 10 présentaient un niveau de contamination très élevé ou élevé de leurs sédiments. Des dix usines en question, quatre se trouvent en Colombie-Britannique, cinq en Ontario et une au Québec.

   Les usines des Prairies, de même que celles du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse et d'autres au Québec, ne présentaient pas une forte contamination des sédiments.

5) Même si les résultats fournissent des renseignements utiles sur les dioxines et les furanes présents dans les sédiments de fond, ils ne constituent pas une évaluation définitive du niveau de contamination à chaque site. Afin de compléter les données de l'étude, il est recommandé d'effectuer un échantillonnage supplémentaire à 16 des 47 sites déjà échantillonnés.

   Les niveaux élevés de contamination observés dans les sédiments provenant de l'Ontario et de la Colombie-Britannique pourraient être attribuables à la plus grande rigueur du programme d'échantillonnage dans ces provinces. Dans les autres régions, la réalisation d'un programme d'échantillonnage moins intensif n'élimine pas pour autant la possibilité d'obtenir des valeurs élevées à ces endroits.

Modifications recommandées à l'étude

Les modifications suivantes sont recommandées dans le but de réduire les facteurs qui ont nui à l'interprétation des résultats de l'étude :

Il faudrait ainsi des mesures plus spécifiques d'assurance et de contrôle de la qualité pour améliorer le suivi et les limites de détection et pour déterminer le niveau de confiance dans les résultats d'analyse; un plus grand nombre d'échantillons aux endroits où un nombre insuffisant d'échantillons ou l'absence de sédiments caractéristiques n'a pas permis de tirer des conclusions significatives; modifier la stratégie de sélection des sites d'échantillonnage et effectuer d'autres analyses des congénères les plus toxiques, soit les dioxines et les furanes substitués en 2,3,7,8.

RÉSUMÉ

En collaboration avec des organismes provinciaux, Environnement Canada a réalisé un programme d'échantillonnage des sédiments pour déterminer le niveau de contamination par les dioxines et les furanes à proximité des 47 usines canadiennes de pâtes et papiers qui utilisent le blanchiment au chlore. Les résultats du programme sont décrits dans ce rapport.

Les échantillons de sédiments prélevés au cours de la période d'étude ont été analysés pour en déterminer la teneur en dioxines, en furanes et en carbone organique et pour en préciser la distribution granulométrique. Le programme a permis d'établir un niveau élevé de contamination en plusieurs lieux d'échantillonnage et de détecter la présence d'au moins une forme de dioxine et de furane dans les sédiments dans la plupart des lieux. En général, les sédiments prélevés près des usines le long de la côte de la Colombie-Britannique sont plus contaminés et contiennent un mélange de dioxines et de furanes beaucoup plus complexe que ceux prélevés à proximité des usines installées le long de cours d'eau intérieurs.

Il est recommandé d'apporter des modifications à la conception de l'étude et d'effectuer des échantillonnages supplémentaires pour compléter les données de l'étude et tirer des conclusions définitives au sujet du niveau de contamination à chaque lieu d'échantillonnage.

ABSTRACT

Environment Canada with the assistance from provincial agencies, has conducted a sediment sampling program to determine dioxin and furan levels in the vicinity of the 47 Canadian pulp and mills using chlorine bleaching. The results of the program are described in this report.

Sediment samples collected over the study period were analyzed for dioxins and furans, organic carbon content and particle size distribution. Sediment samples were found to be contaminated by at least one form on dioxin or furan at most of the mill sites sampled. At several sites, the level of contamination vas high. In general, sediment samples from British Columbia coastal mill sites shov higher levels and a more complex mixture of dioxins and furans than inland mill samples.

The report recommends changes to the survey design and additional sampling to complete the study's data and permit a definitive evaluation of contamination level for each site.

TABLE DES MATIÈRES

Page

REMERCIEMENTS..... ii

SOMMAIRE..... iii

RÉSUMÉ..... vi

ABSTRACT..... vi

1.0 INTRODUCTION..... 1

2.0 SITES D'ÉCHANTILLONNAGE..... 2

3.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES..... 6

3.1 Prélèvement des sédiments..... 6
3.2 Dosage des dioxines et des furanes..... 7
3.3 Analyse granulométrique..... 9
3.4 Dosage du carbone organique total..... 9
3.5 Méthodes d'assurance et de contrôle de la qualité..... 9

4.0 RÉSULTATS..... 10

4.1 Contamination des sédiments par les dioxines et les furanes..... 10

4.1.1 Aperçu des résultats..... 10
4.1.2 Méthode d'analyse des données..... 14
4.1.3 Résultats et interprétation..... 19

4.2 Distribution granulométrique et teneur en carbone organique..... 67
4.3 Assurance et contrôle de la qualité..... 72

5.0 DISCUSSION..... 73

6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS..... 85

RÉFÉRENCES..... 88

ANNEXES

Annexe A Emplacements d'échantillonnage..... 95

Annexe B Protocole d'échantillonnage des sédiments..... 173

Annexe C Méthode d'analyse des sédiments..... 179

Annexe D Assurance et contrôle de la qualité..... 187

Page

Annexe E Liste des laboratoires d'analyse et codification des échantillons de sédiments..... 213

Annexe F Concentrations de dioxines et de furanes dans les sédiments..... 223

Annexe G Distribution de fréquence pour les diverses plages de concentrations de dioxines et de furanes - Comparaison des sites d'échantillonnage côtiers et en aval..... 251

Annexe H Équivalents de toxicité de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) dans les sédiments..... 259

Annexe I Granulométrie et teneur en carbone organique..... 281

TABLEAUX

1. Liste des usines utilisant le blanchiment au chlore et des usines témoins..... 4

2. Résumé des concentrations de dioxines et de furanes dans les sédiments..... 11

3. Facteurs internationaux d'équivalence de la toxicité..... 16

4. Caractérisation de la contamination à partir des EQT les plus élevés aux sites d'échantillonnage sur la côte..... 24

5. Caractérisation de la contamination à partir des EQT les plus élevés aux sites d'échantillonnage situés à l'intérieur des terres..... 35

6. Résumé des caractéristiques des sédiments..... 67

7. Masse totale (grammes/année) de dioxines et de furanes dans les effluents des usines de pâtes et papiers..... 77

FIGURES

Figure 1. Usines de pâtes et papiers canadiennes utilisant le blanchiment au chlore..... 3

Figure 2. Diagramme schématique de la méthode de dosage des polychlorodibenzodioxines et des polychlorodibenzofuranes..... 8

Figure 3. Pourcentage des usines (12 sur la côte et 35 à l'intérieur des terres) où des dioxines et des furanes ont été détectés dans les sédiments..... 13

		Page
Figure 4	Distribution des congénères de dioxines et de furanes dans les sédiments prélevés près des usines situées dans les terres et des usines situées sur la côte.....	20
Figure 5	Distribution des classes des EQT de 2,3,7,8-T_4CDD - Comparaison entre les échantillons prélevés sur la côte et ceux prélevés en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs.....	22
Figure 6a	Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) aux sites sur la côte de la Colombie-Britannique et de la Nouvelle-Écosse.....	27
Figure 6b	Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) aux sites dans les terres en Colombie-Britannique.....	37
Figure 6c	Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) aux sites dans les terres dans les Prairies.....	43
Figure 6d	Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) aux sites dans les terres en Ontario.....	49
Figure 6e	Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) aux sites dans les terres au Québec.....	55
Figure 6f	Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) aux sites dans les terres au Nouveau-Brunswick.....	61
Figure 7a	Classement des niveaux de contamination aux sites sur la côte de la Colombie-Britannique et de la Nouvelle-Écosse.....	29
Figure 7b	Classement des niveaux de contamination aux sites dans les terres en Colombie-Britannique.....	39
Figure 7c	Classement des niveaux de contamination aux sites dans les terres dans les Prairies.....	45
Figure 7d	Classement des niveaux de contamination aux sites dans les terres en Ontario.....	51
Figure 7e	Classement des niveaux de contamination aux sites dans les terres au Québec.....	57
Figure 7f	Classement des niveaux de contamination aux sites dans les terres au Nouveau-Brunswick.....	63

Page

Figure 8a Contribution relative des groupes de congénères aux EQT à certains sites d'échantillonnage sur la côte en Colombie-Britannique..... 33

Figure 8b Contribution relative des groupes de congénères aux EQT à certains sites d'échantillonnage dans les terres en Colombie-Britannique..... 41

Figure 8c Contribution relative des groupes de congénères aux EQT à certains sites d'échantillonnage en Ontario..... 53

Figure 8d Contribution relative des groupes de congénères aux EQT à certains sites d'échantillonnage au Québec..... 59

Figure 9 Comparaison de la détection de dioxines et de furanes mesurées dans les effluents et les sédiments..... 78

Figure 10 Distribution de la contamination des effluents des usines de pâtes et papiers et des sédiments par les dioxines et les furanes..... 79

LÉGENDES

1. Classement des niveaux de contamination - Sites dans les terres... 31
2. Classement des niveaux de contamination - Sites sur la côte..... 65

1.0 INTRODUCTION

Au cours des cinq dernières années, on a obtenu des données de plus en plus accablantes sur la présence de composés chlorés extrêmement toxiques, les dioxines et les furanes, dans les effluents des usines de pâtes et papiers qui utilisent le procédé de blanchiment au chlore (Rappe et coll., 1989; Clement et coll.,1989; Elliot et coll., 1988; Amendola et coll., 1989). L'inquiétude du public à cet égard a augmenté dans tout le pays et on a exigé que le gouvernement adopte des normes plus sévères concernant les rejets des usines de pâtes et papiers.

La découverte de dibenzo-para-dioxines et de dibenzofuranes polychlorés dans les milieux aquatiques près de plusieurs usines utilisant le procédé de blanchiment au chlore a été à l'origine de l'établissement du programme national d'échantillonnage relatif aux dioxines en 1988. Les objectifs du programme étaient de déterminer l'ampleur et le degré de contamination par les dioxines et les furanes et de fournir les données à l'appui de mesures adéquates visant à protéger l'environnement et la santé humaine.

Le programme d'échantillonnage relatif aux dioxines était constitué des trois principaux éléments suivants:

i) dosage des dioxines et des furanes dans les poissons, les mollusques et les crustacés prélevés près des 47 usines de pâtes et papiers utilisant le blanchiment au chlore;

ii) dosage des dioxines et des furanes dans les sédiments de fond recueillis près des usines;

iii) dosage des dioxines et des furanes dans les effluents des usines en question.

Le programme d'échantillonnage reposait sur la collaboration de trois ministères fédéraux : Pêches et Océans Canada, Environnement Canada et Santé et Bien-être social Canada; des organismes provinciaux et l'industrie des pâtes et papiers ont également collaboré.

L'élément du programme portant sur le dosage des dioxines dans les sédiments a été confié à Environnement Canada, qui a bénéficié de l'aide de plusieurs organismes provinciaux. Cet élément du programme avait surtout pour but de **fournir de l'information sur la présence d'une contamination par les dioxines et les furanes dans les sédiments à proximité des usines de pâtes et papiers** et de jeter quelque lumière sur la façon dont ces dioxines présentes dans les sédiments se retrouvent dans les organismes vivants. Le présent document rapporte les résultats détaillés de cet élément du programme. Les données tirées des éléments du programme portant sur les poissons et les effluents sont utilisées dans la discussion du présent document.

2.0 SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

La figure 1 montre les endroits où sont situées les 47 usines de pâtes et papiers canadiennes qui utilisent le blanchiment au chlore. Le tableau 1 énumère les usines incluses dans la présente étude. L'annexe A renferme les cartes des endroits où sont situées les usines dans chaque région ainsi qu'une description détaillée et l'illustration des sites d'échantillonnage des sédiments de fond à chaque usine. Les usines choisies dans cette étude sont situées au bord de lacs, de ruisseaux, de rivières, de baies et d'estuaires. Les effluents des usines sont rejetés dans des eaux soumises à diverses conditions (eau douce, saumâtre ou salée, eau stagnante ou courante, divers débits du courant, influence des marées, etc.) qui ont beaucoup d'influence sur le degré de mélange de l'effluent et la dispersion des sédiments (sédimentation). Les sites précis d'échantillonnage ont été choisis en fonction des caractéristiques de chaque milieu à échantillonner. Le prélèvement des sédiments de fond à proximité des usines situées le long de cours d'eau dans les terres a été effectué à deux endroits : en aval, à des sites influencés par le panache de l'effluent et, dans la mesure du possible, en amont, à des sites non soumis à une telle influence.

On a tenu compte de la facilité d'accès et de questions pratiques dans le choix du site d'échantillonnage. Par conséquent, les sites d'échantillonnage varient grandement; ils peuvent être situés très près du point de rejet comme ils peuvent être situés à quelques kilomètres en amont ou en aval selon les conditions qui prévalent à cet endroit. Dans le choix de l'emplacement en amont (bruit de fond), on a pris soin de vérifier qu'il n'y avait pas de contamination provenant par exemple d'installations de traitement du bois utilisant des chlorophénols et qu'il n'y avait pas d'influence d'une autre usine de pâtes et papiers située en amont. Dans le cas des usines du Québec, aucun échantillon n'a été prélevé en amont.

Dans le cas des usines situées sur la côte, on n'a pas tenu compte des notions d'amont et d'aval à cause de l'influence probable des courants aux abords du point de rejet de l'effluent.

Lorsqu'on recherche la présence de produits chimiques toxiques dans les sédiments de fond, on sait très bien qu'il faut prélever des échantillons de particules fines (argiles plutôt que sables et graviers) car les polluants sont plus susceptibles d'être adsorbés sur ces particules (Horowitz, 1985; Allan, 1985; Sly, 1982). Une telle approche se traduit par un biais dans le choix du site d'échantillonnage et ne permet pas d'établir un plan d'échantillonnage uniforme (étant donné que les zones de sédimentation varient d'un endroit à l'autre), mais elle a été encouragée par certains chercheurs (Arsenault et Hovell, 1987; Gaskin, 1988). Le coût élevé des analyses et le nombre restreint d'échantillons à présenter ont influencé le choix des sites d'échantillonnage.

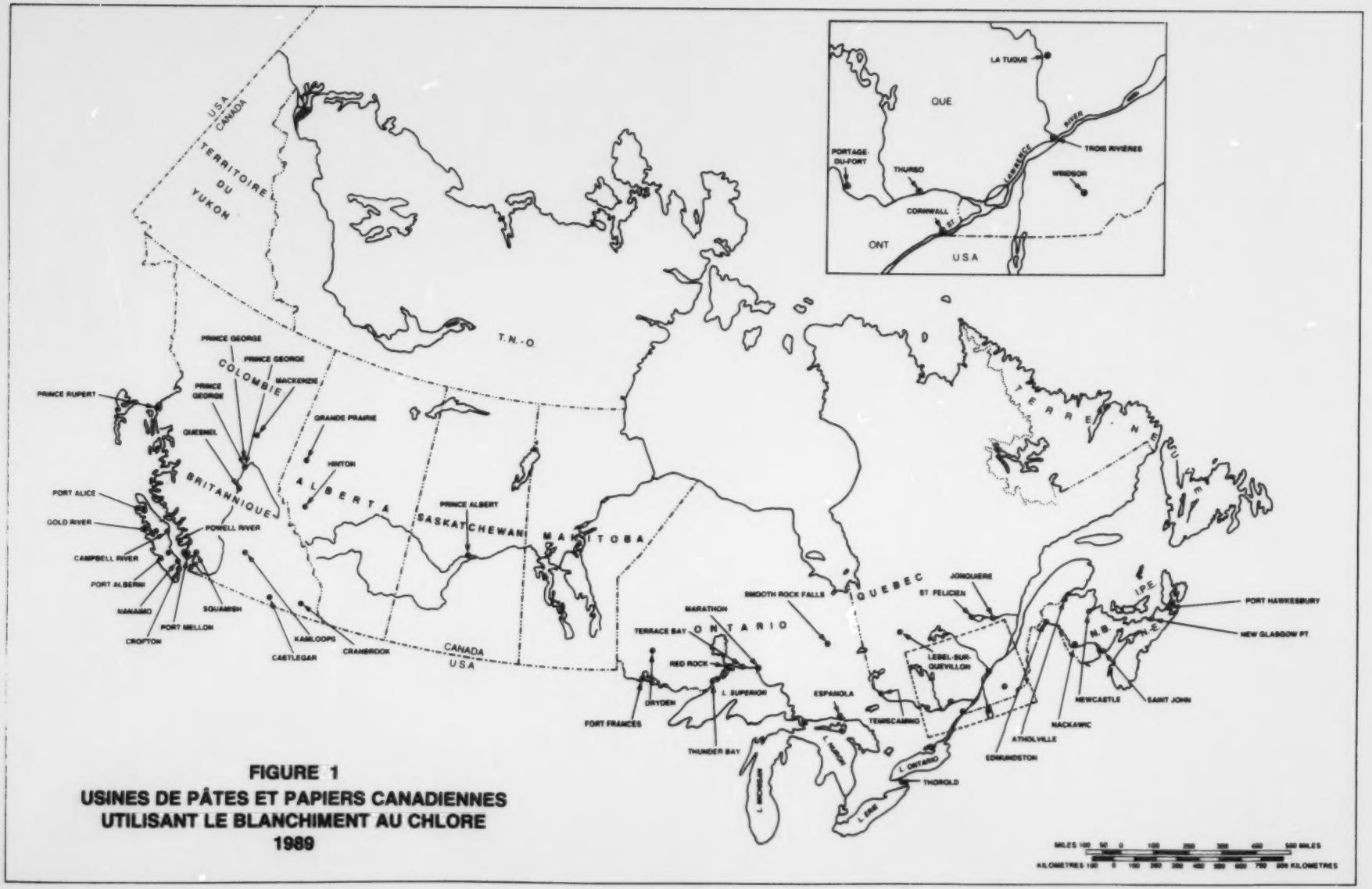


FIGURE 1
USINES DE PÂTES ET PAPIERS CANADIENNES
UTILISANT LE BLANCHIMENT AU CHLORE
1989

Tableau 1. Liste des usines utilisant le blanchiment au chlore et des usines témoins

N°	USINE	VILLE	PROVINCE	SITE CÔTE - C DANS LES TERRES- I
1.	Fletcher Challenge Canada Ltd. (Elk Falls Div.)	Campbell River	Colombie-Britannique	C
2.	Fletcher Challenge Canada Ltd. (Crofton Div.)	Crofton	C.-B.	C
3.	C.P. Forest Products Ltd.	Gold River	C.-B.	C
4.	Weyerhaeuser Canada Ltd.	Kamloops	C.-B.	I
5.	Eurocan Pulp & Paper Ltd.*	Kitimat	C.-B.	I
6.	Fletcher Challenge Canada Ltd.	Mackenzie	C.-B.	I
7.	MacMillan Bloedel Ltd. (Harmac Div)	Nanaimo	C.-B.	C
8.	MacMillan Bloedel Ltd. (Alberni Div.)	Port Alberni	C.-B.	C
9.	Canfor Products Ltd. (Howe Sound)	Port Mellon	C.-B.	C
10.	MacMillan Bloedel Ltd. (Powell River Div.)	Powell River	C.-B.	C
11.	Northwood Pulp & Timber Ltd.	Prince George	C.-B.	I
12/13	Canfor Prince George Pulp & Paper and Prince George Pulp & Intercontinental Pulp Ltd.	Prince George	C.-B.	I
14.	Skeena Cellulose Inc.	Prince Rupert	C.-B.	C
15.	Cariboo Pulp & Paper Company	Quesnel	C.-B.	I
16.	Crestbrook Forest Industries Ltd.	Cranbrook	C.-B.	I
17.	Western Pulp Partnership Ltd. (Woodfibre)	Squamish	C.-B.	C
18.	Finlay Forest Industries Ltd.*	Mackenzie	C.-B.	I
19.	Quesnel River Pulp Co. Ltd.*	Quesnel	C.-B.	I
20.	Celgar Pulp Company (Power consolidated)	Castlegar	C.-B.	I
21.	Proctor & Gamble Cellulose Ltd.	Grande Prairie	Alberta	I
22.	Weldwood of Canada Ltd.	Hinton	Alberta	I
23.	Weyerhaeuser Canada Ltd.	Prince Albert	Sask.	I
24.	Manfor ltd. (REPAP)*	The Pas	Manitoba	I
25.	Domtar Inc. (Fine Papers Div.)	Cornwall	Ontario	I
26.	C.P. Forest Products Ltd.	Dryden	Ontario	I
27.	E.B. Eddy Forest Products Ltd. (Espanola Mill Div.)	Espanola	Ontario	I
28.	Boise Cascade Canada	Fort Frances	Ontario	I

* USINE TÉMOIN - PAS DE BLANCHIMENT AU CHLORE

Tableau 1. Suite

N°	USINE	VILLE	PROVINCE	SITE CÔTE - C DANS LES TERRES- I
29.	James River Marathon Ltd.	Marathon	Ontario	I
30.	Domtar Inc. (Container Board Div.)	Red Rock	Ontario	I
31.	Fraser Inc.	Thorold	Ontario	I
32.	Kimberly Clark of Canada Ltd. (Terrace Bay Div.)	Terrace Bay	Ontario	I
33.	C.P. Forest Products Ltd.(Thunder Bay Div.)	Thunder Bay	Ontario	I
34.	Malette Kraft Pulp and Power	Smooth Rock Falls	Ontario	I
35.	Tembec Inc.	Témiscaming	Québec	I
36.	Cascades Inc.	Jonquière	Québec	I
37.	Les Produits Forestiers Canadien Pacifique Ltée.	La Tuque	Québec	I
38.	Produits des Pâtes et Papiers Domtar	Lebel-sur-Quévillon	Québec	I
39.	Stone Consolidated Ltd. (Div. Pontiac)	Trois-Rivières Portage-du-Fort	Québec	I
40.	Donohue St-Félicien Inc.	St-Félicien	Québec	I
41.	Industries James MacLaren Inc.	Thurso	Québec	I
42.	Stone Consolidated Ltd.	Trois-Rivières	Québec	I
43.	Les Papiers Fins Domtar	Windsor	Québec	I
44.	St. Anne-Nackawic Co. Ltd. Pulp & Paper	Nackawic	N.B.	I
45.	Miramichi Pulp & Paper	Newcastle	N.B.	I
46.	Irving Pulp & Paper Ltd.	Saint John	N.B.	I
47.	Atholville Pulp Inc.	Atholville	N.B.	I
48.	Fraser Inc.	Edmundston	N.B.	I
49.	Scott Maritime Ltd.	New Glasgow	N.S.	C
50.	Stora Forest Industries Ltd.	Port Hawkesbury	N.S.	C
51.	Western Pulp Partnership	Port Alice	B.C.	C

3.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 PRÉLÈVEMENT DES SÉDIMENTS

Le prélèvement des sédiments a été effectué par les agents régionaux des ministères provinciaux et du ministère fédéral de l'environnement. La compatibilité des données a été assurée grâce à l'utilisation de méthodes semblables et appropriées sur le terrain en ce qui avait trait à la collecte et à la conservation des échantillons et à la prévention de la contamination (Mah et coll., 1989). Les échantillons prélevés avant 1989 ne l'ont pas été dans le cadre d'un protocole. Le personnel sur le terrain a suivi le protocole de prélèvement suivant (Annexe B) :

Tout le matériel ayant servi à prélever les échantillons pour le dosage des dioxines et des furanes a été nettoyé de la façon suivante :

1) lavage à l'eau courante et au détergent de laboratoire;
2) rinçage à l'eau courante et à l'eau désionisée;
3) rinçages successifs avec de l'acétone, de l'hexane, du dichlorométhane et de l'hexane de qualité pour analyse des pesticides;
4) séchage à l'air et séjour dans une étuve à >270 °C pendant 6 h.

Tout le matériel a été enveloppé dans du papier d'aluminium chauffé (>270 °C) jusqu'au moment de l'utiliser. Les dragues Ekman et Ponar ont été nettoyées selon la méthode précitée jusqu'à l'étape 3. Avant le prélèvement, tout le matériel utilisé était rincé avec de l'eau provenant du site d'échantillonnage

Les échantillons de sédiments ont été prélevés à l'aide d'une drague Ekman rincée au solvant, d'un échantillonneur Ponar ou d'une louche en acier inoxydable, puis transférés dans un plateau en acier inoxydable en mélangeant le moins possible. La couche supérieure (~1-4 cm) de l'échantillon de sédiments était alors déposée dans un godet en acier inoxydable à l'aide d'une cuiller en acier inoxydable. Cette procédure était répétée au moins trois fois, puis l'échantillon composite dans le godet en acier inoxydable était bien mélangé. Des sous-échantillons étaient distribués à l'aide d'une cuiller dans des pots en téflon pour le dosage des dioxines et des furanes. Des flacons en polyéthylène ont été utilisés pour l'analyse granulométrique et des pots en verre pour le dosage du carbone organique particulaire. Les sous-échantillons pour le dosage des dioxines et des furanes et pour le dosage du carbone organique particulaire ont été congelés et ceux pour l'analyse granulométrique ont été réfrigérés.

3.2 DOSAGE DES DIOXINES ET DES FURANES

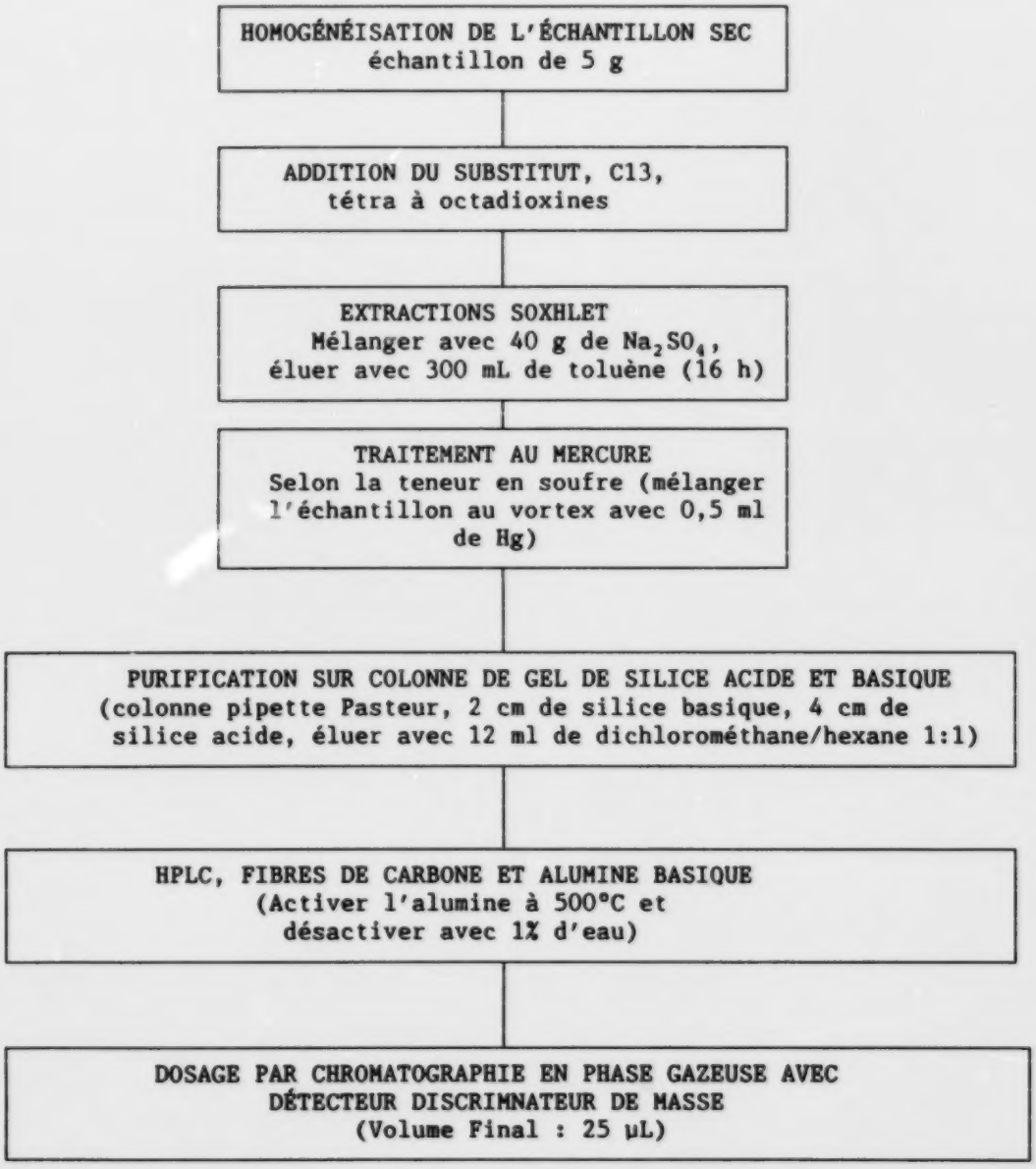
Le programme d'échantillonnage établi pour évaluer la contamination des sédiments de fond a donné de nombreux échantillons. La méthode de laboratoire mise au point pour détecter les traces de dioxines et de furanes est très laborieuse et prend beaucoup de temps. Les laboratoires d'Environnement Canada, le Laboratoire national de la qualité des eaux à Burlington (LNQE) et le Centre de technologie environnementale de River Road (CTERR) à Ottawa, aidés par trois laboratoires privés sous contrat, ont été chargés des dosages. Les laboratoires privés étaient Seakem Oceanography Ltd., Eco Logic Laboratory Inc. et Wellington Environmental Consultants Inc. La performance des laboratoires privés a été évaluée au moyen d'une étude interlaboratoire (tests comparatifs) pour s'assurer de la fiabilité et de la comparabilité des résultats des dosages (voir la section 5.0 pour plus de détails).

La figure 2 présente un aperçu de la méthode de dosage des dioxines et des furanes dans les sédiments (NWQL, 1989) Les méthodes de dosage ainsi que les méthodes d'assurance et de contrôle de la qualité utilisées par chaque laboratoire sont décrites dans les rapports d'analyse de ces laboratoires (NWQL, 1989; RRETC, 1987; Seakem, 1989; Wellington 1989; Eco Logic, 1989). Il y a des différences dans les méthodes de purification utilisées par chacun des laboratoires, mais les méthodes de dosage utilisées sont considérées comme équivalentes. En résumé, des étalons substituts marqués par des isotopes représentant chaque classe de produits chimiques ont été ajoutés à chaque échantillon avant son extraction pour témoigner de la récupération des substances chimiques dans toutes les phases de l'extraction, de la purification et du dosage.

La quantité minimale détectable (QMD) (Agemian, 1988), aussi désignée sous le nom de limite de détection (Interlab Study II - Pulp and Paper Matrices Analytical Procedure) a été indiquée dans les rapports. La limite de détection des dioxines PCDD et des furanes PCDF est définie comme la concentration minimale de ces substances dans un échantillon réel comportant une matrice, qui produit un pic bien défini avec un rapport signal/bruit d'au moins 3:1. Des variables comme la matrice de l'échantillon, la récupération du substitut, la sensibilité de l'instrument et le bruit de fond peuvent avoir un effet sur la limite de détection. Cette dernière varie d'un échantillon à l'autre par suite des différentes matrices impliquées.

Tous les laboratoires qui ont participé à l'étude ont utilisé la même méthode pour rapporter les résultats des dosages. Toutefois, la limite de détection signalée par le LNQE pour chaque composé ne varie pas d'un échantillon à l'autre; en effet, le LNQE a calculé la limite de détection pour chaque composé à partir de la valeur moyenne des limites de détection signalées pour l'ensemble des résultats. Les limites de détection du LNQE sont présentées dans la section 4.1.2).

Figure 2. DIAGRAMME SCHÉMATIQUE DE LA MÉTHODE DE DOSAGE DES POLYCHLORODIBENZODIOXINES ET DES POLYCHLORODIBENZOFURANES (LNQE, 1989)



3.3 ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

La distribution granulométrique a été déterminée à l'aide de méthodes normalisées, d'un aréomètre, d'une analyse par tamisage et soutirage par le bas. L'annexe C-1 présente la méthode en détail.

3.4 DOSAGE DU CARBONE ORGANIQUE TOTAL

La concentration de carbone organique total dans les sédiments a été déterminée au moyen de deux méthodes de dosage différentes mais compatibles : la perte par calcination et l'oxydation en milieu liquide. Les méthodes sont décrites en détail dans l'annexe C-2.

3.5 MÉTHODES D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Les méthodes d'assurance et de contrôle de la qualité sont décrites dans chaque rapport de laboratoire. L'annexe D présente un résumé de ces méthodes. Un protocole détaillé d'assurance de la qualité (DQAC, 1989), mis au point par le Comité de l'assurance de la qualité concernant les dioxines (Environnement Canada) et spécialement prévu pour le Programme de surveillance de l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers a été adopté dans le cadre du programme relatif aux sédiments. D'autres activités de contrôle de la qualité donnaient également des renseignements essentiels sur les pratiques et la performance des laboratoires, de même que sur la reproductibilité, les biais et la comparabilité de leurs résultats d'analyse.

4.0 RÉSULTATS

L'annexe E présente une liste des échantillons qui ont subi un dosage des dioxines et des furanes, une analyse granulométrique et une détermination de la teneur en carbone organique dans chaque laboratoire. Les codes de laboratoire et les étiquettes apposées sur le terrain pour chaque échantillon figurant dans les rapports d'analyse sont également mentionnés

4.1 CONTAMINATION DES SÉDIMENTS PAR LES DIOXINES ET LES FURANES

L'annexe F-1 présente les concentrations de dioxines et de furanes dans les échantillons de sédiments prélevés à proximité des usines de pâtes et papiers utilisant le blanchiment au chlore. On y exprime les concentrations des groupes de congénères de chlorodibenzo-p-dioxines et de chlorodibenzofuranes en pg/g (poids sec, p/p).

La nomenclature suivante est utilisée :

T_4CDD : Tétrachlorodibenzo-p-dioxine
P_5CDD : Pentachlorodibenzo-p-dioxine
H_6CDD : Hexachlorodibenzo-p-dioxine
H_7CDD : Heptachlorodibenzo-p-dioxine
O_8CDD : Octachlorodibenzo-p-dioxine
T_4CDF : Tétrachlorodibenzofurane
P_5CDF : Pentachlorodibenzofurane
H_6CDF : Hexachlorodibenzofurane
H_7CDF : Heptachlorodibenzofurane
O_8CDF : Octachlorodibenzofurane

Dans le rapport, le terme groupe de congénères désigne un seul groupe d'isomères de chlorodibenzo-p-dioxines (CDD) ou de chlorodibenzofuranes (CDF) (ainsi, le groupe de congénères T_4CDD désigne le groupe des 22 isomères) comme l'ont proposé Clement et Tosine (1989).

Les congénères spécifiques 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-T_4CDD) et 2,3,7,8-tétrachlorodibenzofurane (2,3,7,8-T_4CDF), qui sont les sous-produits parmi les plus toxiques du procédé de blanchiment au chlore, ont été dosés et les résultats figurent à l'annexe F-1. On a dosé d'autres congénères spécifiques (substitués en 2,3,7,8), mais dans un nombre limité échantillons seulement; les résultats sont présentés dans l'annexe F-2.

4.1.1 Aperçu des résultats

Le tableau 2 présente un résumé des résultats des analyses des sédiments regroupés en fonction des trois types de sites d'échantillonnage, en amont et en aval pour les sites situés à l'intérieur des terres, et les sites sur la côte. On y trouve le

Tableau 2. Résumé des concentrations de dioxines et de furanes dans les sédiments (pg/g)

	DANS LES TERRES EN AMONT N = 38			DANS LES TERRES EN AVAL N = 88			SUR LA CÔTE N = 27		
	%D	Écart	Médiane	%D	Écart	Médiane	%D	Écart	Médiane
Dioxines									
2,3,7,8-T_4CDD	0	L15	L15	5	L15-67	L15	11	L15-28	L15
T_4CDD	0	L15	L15	6	L15-53	L15	48	L15-782	L15
P_5CDD	3	L20-37	L20	1	L20-120	L20	59	L20-1110	37
H_6CDD	5	L30-40	L30	13	L30-760	L30	77	L30-16432	775
H_7CDD	11	L50-250	L50	28	L50-10000	L50	70	L50-3431	266
O_8CDD	24	L75-960	L75	44	L75-77000	L75	74	L75-8022	266
Furanes									
2,3,7,8-T_4CDF	10	L10-91	L10	52	L10-3168	16	70	L10-3179	187
T_4CDF	13	L10-192	L10	58	L10-4521	24	70	L10-4867	300
P_5CDF	0	L15	L15	11	L15-210	L15	52	L15-470	L15
H_6CDF	0	L25-78	L25	11	L25-800	L25	59	L25-1784	58
H_7CDF	5	L40-78	L40	16	L40-1100	L40	48	L40-2324	49
O_8CDF	5	L75-160	L75	14	L75-1600	L75	30	L75-680	L75

N — Nombre total d'échantillons.
%D — % des valeurs détectées, où les valeurs détectées sont basées sur les limites de détection du Laboratoire national de la qualité de l'eau.
L — inférieur à la limite de détection indiquée immédiatement après (section 4.1.2).

pourcentage des valeurs détectées, la médiane et l'écart pour le **nombre total d'échantillons prélevés à l'ensemble des sites.** Ces données nous donnent une vue d'ensemble de la contamination des sédiments et une indication du degré de contamination des sédiments à ces endroits précis.

La figure 3 présente le **pourcentage des usines** où des dioxines et des furanes ont été détectés dans les sédiments.

On peut faire les observations suivantes :

- La fréquence de détection et les niveaux de contamination sont différents selon que le site est le long de la côte ou à l'intérieur des terres.

- Les sites des cours d'eau intérieurs situés en amont des usines ne sont généralement pas contaminés par les CDD ou les CDF (à moins qu'il ne soient contaminés par d'autres usines situées en amont). Les médianes sont inférieures aux limites de détection. Très peu d'échantillons ont donné des résultats supérieurs aux limites de détection.

- Dans les sites des cours d'eau intérieurs situés en aval des usines, la contamination par les CDD et les CDF était détectée plus fréquemment que dans les sites en amont. La contamination en aval est principalement due à la présence de tétrachlorofuranes et d'octachlorodioxines.

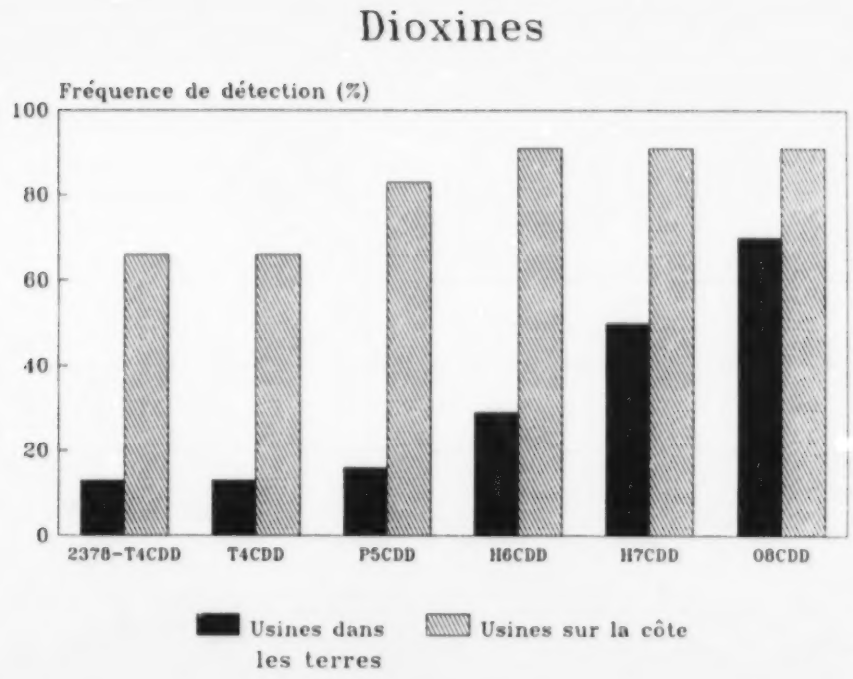
- La fréquence de détection et la concentration médiane des sédiments contaminés sont plus élevées à proximité des usines sur la côte que des usines situées dans les terres, et ce pour tous les CDD et CDF (Tableau 2). Les sites sur la côte sont contaminés par un mélange de CDD et de CDF.

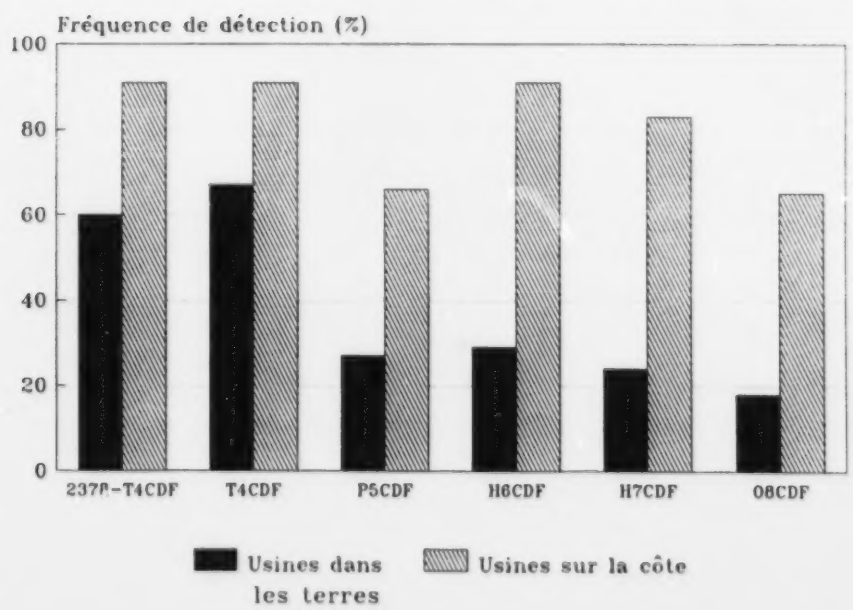
- La fréquence de détection augmente avec le degré de substitution par des atomes de chlore (tétra à octachloré) dans le cas des CDD, mais non dans le cas des CDF. On détecte plus souvent des tétrachlorofuranes que des octachlorofuranes dans les sédiments.

- Le 2,3,7,8-T_4CDD est relativement absent des sédiments prélevés, mais le 2,3,7,8-T_4CDF est beaucoup plus évident et est présent dans la plupart des sites d'échantillonnage en aval des usines situées à l'intérieur des terres et sur la côte.

- Les sites d'échantillonnage en aval des usines situées à l'intérieur des terres étaient peu contaminés par les penta-, les hexa- et les heptachlorodibenzodioxines et dibenzofuranes, contrairement aux sites d'échantillonnage des usines sur la côte (Figure 3).

FIGURE 3. POURCENTAGE DES USINES (12 SUR LA CÔTE ET 35 À L'INTÉRIEUR DES TERRES) OÙ DES DIOXINES ET DES FURANES ONT ÉTÉ DÉTECTÉES DANS LES SÉDIMENTS





4.1.2 Méthode d'analyse des données

Après le premier regroupement des données (section 4.1.1, Aperçu), beaucoup de temps et d'efforts ont été consacré à :

i) mieux visualiser la distribution de l'ensemble des données et à les condenser;

ii) résumer le degré de contamination observé au cours de l'étude;

iii) caractériser la contamination à chaque site d'échantillonnage grâce à un système de classement.

Un examen attentif des données a révélé les caractéristiques suivantes :

- un grand nombre de valeurs sont associées à des concentrations non détectables;
- les limites de détection pour un même composé varient d'un échantillon à l'autre et d'un laboratoire participant à l'autre;
- il y a un écart considérable entre les concentrations observées (plus de trois ordres de grandeur), un écart qui varie en fonction des congénères de CDD et de CDF;
- il y a un nombre variable de sites d'échantillonnage (de 1 à 6 par usine);
- il n'y a pas de programme élaboré d'AQ/CQ, ce qui rend certains résultats peu fiables (voir section 4.3).

Nous avons effectué une **étude préliminaire des données** et avons mis au point une méthode innovatrice de **classement des données** spécialement adaptée aux particularités des données en cause dans le but de les évaluer et d'atteindre les objectifs mentionnées ci-haut. Nous expliquons également le concept des équivalents de toxicité qui nous ont servi à résumer les données.

Traitement des "ensembles de données censurées"

Il fallait une méthode de tri des données permettant de pallier aux difficultés reliées à l'évaluation d'ensembles de données renfermant un grand nombre de résultats inférieurs à la limite de détection (données censurées). D'autres facteurs compliquaient la situation : les différentes façons de signaler les limites de détection, la fluctuation considérable de ces limites de détection et les résultats non concluants des tests d'AQ/CQ à de faibles concentrations de dioxines et de furanes (voir la section 4.3 pour plus de détails). La solution suivante a été adoptée :

Les limites de détection signalées par le Laboratoire nationale de la qualité des eaux (LNQE) ont été utilisées comme valeurs repères de façon à délimiter la classe des données considérées

comme ou désignées comme "inférieures à la limite de détection". Par conséquent, toute valeur inférieure à la limite de détection du LNQE sera qualifiée par la mention "inférieure à la limite de détection" et sera incluse dans cette classe, qu'elle ait été ou non détectée comme telle par le laboratoire qui l'a fournie.

Toutefois, cette méthode de traitement des données inférieures à la limite de détection s'est traduite par le rejet de données utiles car les limites de détection du LNQE étaient habituellement plus élevées que celles des autres laboratoires. Cette méthode a permis d'évaluer les données de façon équitable et cohérente, et de les rendre indépendantes des écarts considérables entre les diverses limites de détection signalées pour une même substance. Elle a également beaucoup simplifié l'analyse et l'interprétation des données. En outre, nous avons observé de faibles niveaux de confiance à ces niveaux. L'annexe F-1 présente les données brutes accompagnées des limites de détection originales.

Voici les limites de détection signalées par le LNQE et utilisées dans le traitement des données dans le présent rapport :

2,3,7,8-T_4CDD:	15 pg/g	2,3,7,8-T_4CDF:	10 pg/g
T_4CDD:	15 pg/g	T_4CDF:	10 pg/g
P_5CDD:	20 pg/g	P_5CDF:	15 pg/g
H_6CDD:	30 pg/g	H_6CDF:	25 pg/g
H_7CDD:	50 pg/g	H_7CDF:	40 pg/g
O_8CDD:	75 pg/g	O_8CDF:	75 pg/g

Par conséquent, dans tous les calculs ou comparaisons de données, les valeurs égales ou inférieures aux limites de détection sont remplacées et incluses dans la classe des valeurs inférieures aux limites de détection (par ex. une valeur de 7 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDF au site 22B est classée dans la classe "inférieure à la limite de détection" car elle est inférieure à 10 pg/g, la limite de détection du LNQE pour cette substance).

Lorsqu'une valeur était signalée comme "inférieure à la limite de détection" et que la limite de détection utilisée était plus élevée que celle du LNQE, on remplaçait cette valeur par une valeur égale à la moitié de la limite de détection utilisée et on l'utilisait ainsi dans les calculs ultérieurs (Gilbert, 1987); par ex. la concentration de P_5CDD inférieure à la limite de détection de L103 pg/g signalée au site 42C a été remplacée par 51,5 pg/g.

Équivalents de toxicité de la 2,3,7,8-T4CDD

On peut étudier un mélange de CDD et de CDF à l'aide des équivalents de toxicité (EQT), même si ce mélange n'est pas uniformément toxique. Les valeurs d'équivalents de toxicité sont établies en fonction du composé le plus toxique de cette famille chimique, la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-T_4CDD). Les EQT sont calculés à l'aide des facteurs d'équivalence de la toxicité (FET-I) admis internationalement et qui figurent dans le tableau 3.

Tableau 3. Facteurs internationaux d'équivalence de la toxicité

Dioxine/Furane	Facteur d'équivalence
2,3,7,8-T_4CDD	1
1,2,3,7,8-P_5CDD	0.5
1,2,3,4,7,8-H_6CDD 1,2,3,7,8,9-H_6CDD 1,2,3,6,7,8-H_6CDD	0.1
1,2,3,4,6,7,8-H_7CDD	0.01
O_8CDD	0.001
2,3,7,8-T_4CDF	0.1
2,3,4,7,8-P_5CDF 1,2,3,7,8-P_5CDF	0.5 0.05
1,2,3,4,7,8-H_6CDF 1,2,3,7,8,9-H_6CDF 1,2,3,6,7,8-H_6CDF 2,3,4,6,7,8-H_6CDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-H_7CDF 1,2,3,4,7,8,9-H_7CDF	0.01
O_8CDF	0.001

(D'après le Comité de l'Otan sur les défis de la Société moderne, NATO, 1988)

Dans l'étude qui nous occupe, le concept des FET-I nous fournit une approche uniforme permettant de résumer les résultats des dosages et d'établir la toxicité des dioxines et des furanes; c'est un outil qui nous permet de comparer les niveaux de contamination des divers sites d'échantillonnage. Les EQT nous permettent de résumer efficacement la grande quantité de données fournies par les dosages détaillés par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse dans un but d'évaluation des risques (OTAN, 1988). Les FET-I sont utilisés dans le cadre d'une méthode provisoire d'évaluation des risques potentiels d'une exposition à un mélange de CDD et de CDF (OTAN, 1988).

On multiplie la concentration d'une dioxine ou d'un furane donné par le facteur figurant dans le tableau 3, puis on fait la somme des congénères. Il faut prendre note que les EQT ne sont utilisés que comme critères ou comme indicateurs de la présence de problèmes particuliers ou de "points chauds" et ne peuvent pas servir à mesurer la toxicité ou à évaluer les risques.

Pour appliquer les FET-I aux données concernant les sédiments, il a fallu admettre le postulat suivant :

> Tous les dérivés penta, hexa, hepta et octachlorés des dioxines et des furanes sont des congénères substitués en 2,3,7,8, ce qui est associé au scénario de la pire éventualité, se traduit par une surestimation de la toxicité, représente une approche prudente et donne des valeurs équivalentes maximales de la toxicité.

Sauf dans le cas des deux congénères spécifiques 2,3,7,8-T_4CDD et 2,3,7,8-T_4CDF, les résultats des dosages ont été rapportés pour des groupes de congénères, par ex. la quantité totale de P_5CDD, de H_6CDD, etc., sans distinction entre les congénères individuels. Les FET ont été élaborés pour des données spécifiques aux congénères et se rapportent aux congénères substitués en 2,3,7,8. (Les données spécifiques aux congénères produites par les trois laboratoires privés (Annexe F-2) sont incomplètes et, dans certains cas, non significatives à cause des limites de détection élevées qui ont été utilisées).

On doit faire remarquer qu'en l'absence d'information concernant la composition en congénères des rejets des usines de pâtes et papiers, les tétra- et les penta-CDD et CDF contribuent de façon importante aux EQT à cause de l'importance de leurs FET respectifs (Tableau 3). Compte tenu du fait que le calcul des EQT est déjà surestimé (lorsque les groupes de congénères sont utilisés), on a décidé de faire un compromis et de choisir le plus faible FET (0,05) pour le groupe de congénères des penta-CDF.

Les valeurs de FET présentées dans le tableau 3 indiquent également que les estimations concernant les penta-CDD et les penta-CDF représentent une bonne part de l'erreur de l'estimation des EQT et peuvent même l'augmenter davantage que dans le cas d'autres groupes de congénères (hexa et hepta). Sous ce rapport, la contribution de chaque groupe de congénères aux calculs des EQT est illustrée aux sites d'échantillonnage où les valeurs de EQT sont élevées pour identifier les sources de l'estimation des EQT. Ces valeurs peuvent également servir à illustrer l'importance relative des groupes de congénères.

Lorsqu'une valeur était inférieure à la limite de détection, les EQT étaient calculés au moyen d'une valeur équivalant à la moitié de la limite de détection (liste de la LNQE, voir 4.1.2). La méthode détaillée de calcul des valeurs de EQT, qui figure dans la section 4.1.3.2, est donnée dans l'annexe H. La méthode de classement décrite plus loin dans la présente section a été utilisée pour résumer les résultats des EQT, dans le but d'analyser les données de façon uniforme et cohérente.

Classement des niveaux de contamination

Il n'existe aucune limite, norme, directive ou critère de qualité des sédiments permettant d'évaluer l'importance de la contamination des sédiments par les CDD et les CDF. En outre, les données ne sont pas distribuées normalement et les descripteurs paramétriques habituels (moyenne, écart-type) ne peuvent pas être utilisés. Afin de réaliser un classement objectif, nous avons adopté la **médiane** comme critère pour regrouper les données en classes de contamination croissante et pour délimiter les intervalles de classe. L'utilisation de la médiane, quoique arbitraire, nous a semblé la meilleure solution étant donné la distribution anormale des données. Cette approche pragmatique, par laquelle le classement des niveaux de contamination est fait uniquement à la lumière des données obtenues dans la présente étude, permet d'éviter les jugements intuitifs ou la délimitation subjective des classes de contamination. Le système de classement a été élaboré avec l'aide de la Division des statistiques appliquées (D. MacLeod, 1990, Comm. pers., Environnement Canada).

La valeur médiane a été calculée pour chaque groupe de congénères de CDD et de CDF et pour les EQT respectivement aux sites d'échantillonnage sur la côte et ceux en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs. Comme il a été mentionné précédemment, le niveau de contamination diffère nettement entre les sites d'échantillonnage situés sur la côte et ceux en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs; le classement des données provenant de ces deux groupes a été effectué à part.

Les cinq classes ou catégories suivantes de contamination ont été créées, et il est possible d'en créer une sixième au besoin.

1) Inférieur ou égal à la limite de détrection
   <= À LA LIMITE DE DÉTECTION
2) De la limite de détection à la valeur médiane
   LIMITE DE DÉTECTION - MÉDIANE
3) De la valeur médiane à trois fois la médiane
   MÉDIANE - 3X MÉDIANE
4) Trois fois la médiane à dix fois la médiane
   3X MÉDIANE - 10X MÉDIANE
5) Dix fois la médiane à trente fois la médiane
   10X MÉDIANE - 30X MÉDIANE
6) Résultats plus élevés que trente fois la médiane
   > 30X MÉDIANE

Si la médiane est égale à la limite de détection, la deuxième classe est éliminée. Le facteur de multiplication choisi correspond à la base 3 élevée à la puissance 1,2,3 (3^1, 3^2, 3^3) et il est arrondi à 10 et 30 pour obtenir une valeur appropriée et faciliter les calculs. À partir de là, les résultats peuvent être comparés et classés à l'aide d'un dénominateur commun.

4.1.3 Résultats et interprétation

4.1.3.1 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SÉDIMENTS CÔTIERS ET DE CEUX PROVENANT DES COURS D'EAU INTÉRIEURS

Niveaux de contamination

Les résultats sont évalués en fonction de niveaux et de classes de contamination et de la distribution des valeurs pour les sédiments côtiers et de ceux prélevés en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs. L'annexe G présente les résultats de la méthode de classement utilisée.

On peut faire les observations suivantes :

- Les différences sont évidentes entre les sites d'échantillonnage situés sur la côte et ceux en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs : les concentrations de la plupart des congénères de CDD et de CDF mesurées sur la côte sont beaucoup plus élevées que celles mesurées en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs. Toutefois, les niveaux de contamination par la 2,3,7,8-T_4CDD (dont la plupart des mesures étaient inférieures à la limite de détection), le P_5CDF, le H_7CDF et le O_8CDF étaient les mêmes sur la côte et en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs.

- Les sédiments prélevés sur la côte présentaient des concentrations plus élevées de T_4CDD (autres que la 2,3,7,8-T_4CDD), de P_5CDD, de H_6CDD, de H_7CDD, de O_8CDD, de 2,3,7,8-T_4CDF et de T_4CDF qu'en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs.

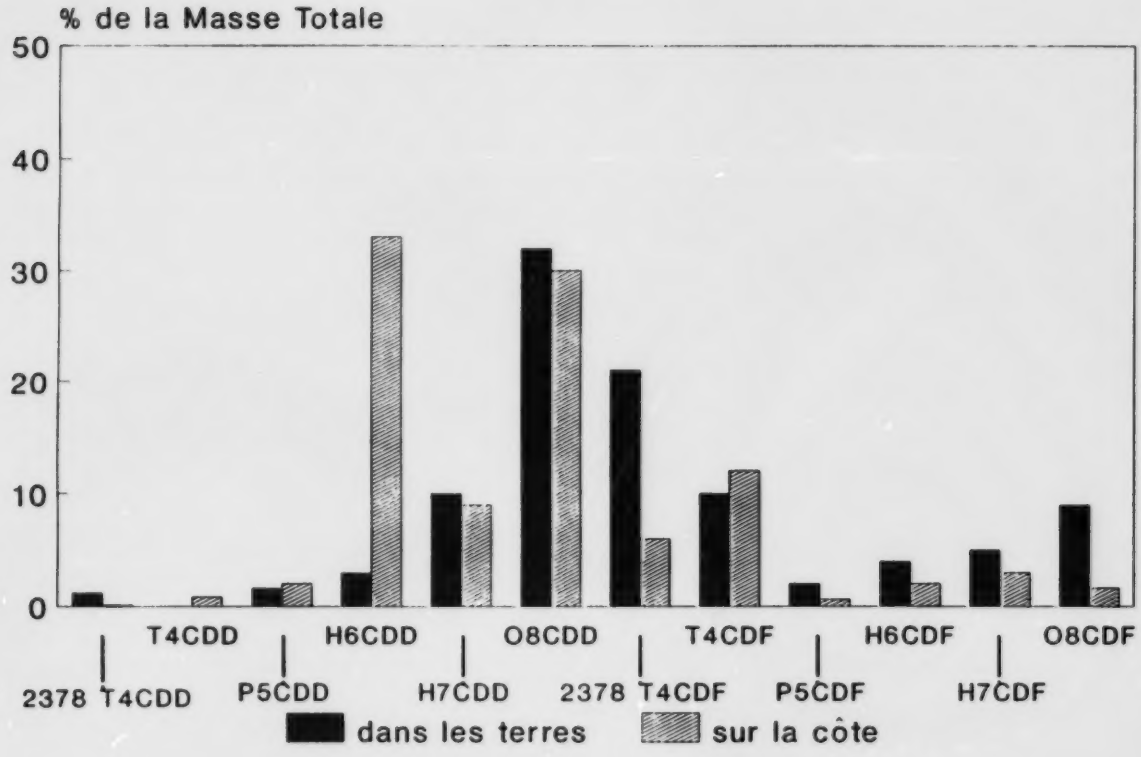
- Les sites d'échantillonnage situés en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs étaient caractérisés par la présence de quelques congénères seulement, le 2,3,7,8-T_4CDF, les autres T_4CDF et la O_8CDD. La concentration de ces congénères est significativement plus faible à l'intérieur des terres que sur la côte.

- Les CDD substituées par un grand nombre d'atomes de chlore (hexa et octa) étaient plus abondantes que les CDD substituées par un petit nombre d'atomes de chlore. Cette tendance n'a pas été observée chez les CDF.

Profil des dioxines et des furanes dans les sédiments

La figure 4 présente la distribution des dioxines et des furanes dans les sédiments prélevés près des côtes et à l'intérieur des terres. Les congénères 2,3,7,8-T_4CDF et O_8CDD sont ceux qui prédominent dans les échantillons prélevés à l'intérieur des terres. Dans les sites d'échantillonnage près des côtes, la contamination des sédiments est principalement due à une proportion élevée de H_6CDD, de T_4CDF et de O_8CDD.

FIGURE 4. DISTRIBUTION DES CONGÉNÈRES DE DIOXINES ET DE FURANES DANS LES SÉDIMENTS PRÉLEVÉS PRÈS DES USINES SITUÉES DANS LES TERRES ET DES USINES SITUÉES SUR LA CÔTE



Masse Totale: somme des PCDD et des PCDF dans tous les échantillons

Équivalents de toxicité

Les équivalents de toxicité (EQT), calculés à chaque site d'échantillonnage à l'aide des FET-I (Tableau 3), sont présentés dans l'annexe H. La figure 5 illustre les niveaux de contamination et la distribution des valeurs d'EQT dans les sites d'échantillonnage sur la côte et en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs.

La valeur médiane des EQT sur la côte est presque dix fois plus élevée qu'en aval des usines situées le long des cours d'eau intérieurs (150 contre 20 EQT de 2,3,7,8-T_4CDD en pg/g), ce qui indique que les sédiments prélevés le long des côtes sont contaminés davantage que les sédiments prélevés à l'intérieur des terres.

4.1.3.2 CARACTÉRISTIQUES PROPRES AUX SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

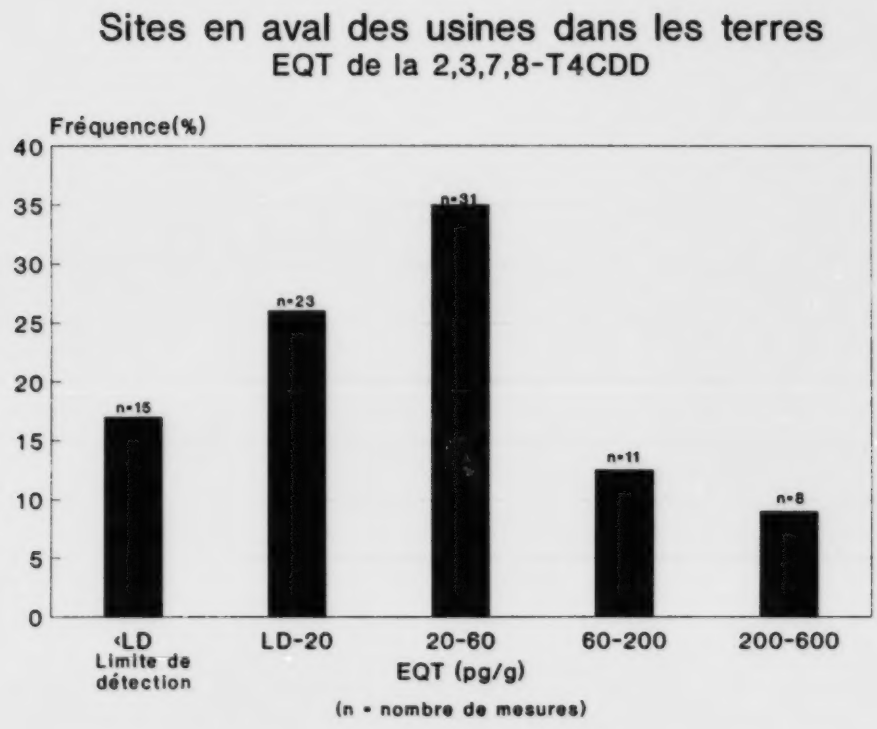
Le recours à une méthode de classement pour résumer l'ensemble des données relatives aux CDD et aux CDF dans les sédiments nous permet également de caractériser le niveau de contamination à chaque site d'échantillonnage. Elle nous fournit une estimation relative de la qualité des sédiments et du niveau de contamination à différents sites d'échantillonnage.

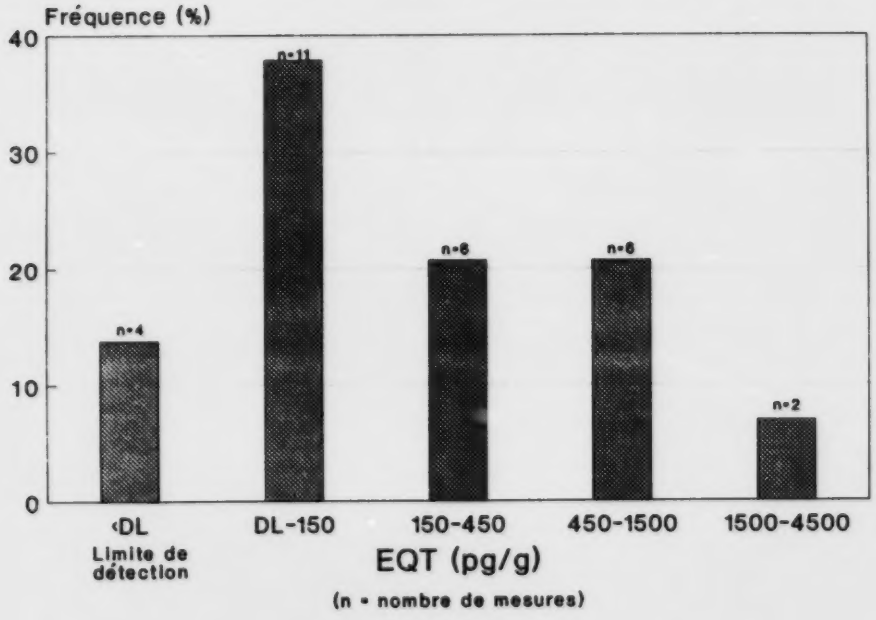
Il est facile d'étudier les EQT propres à un site d'échantillonnage et de faire des comparaisons d'un site à l'autre en se référant aux figures 6a à 6f qui présentent les résultats d'EQT pour les sites d'échantillonnage situés sur les côtes de la Colombie-Britannique et de la Nouvelle-Écosse et ceux situés à l'intérieur des terres (Colombie-Britannique, Prairies, Ontario, Québec et Nouveau- Brunswick). Ces figures permettent d'avoir une vue d'ensemble du niveau de contamination global révélé par l'étude et de découvrir rapidement les "points chauds".

Pour obtenir une information plus détaillée, il faut se référer aux figures 7a à 7f qui illustrent le niveau de contamination par les groupes de congénères de CDD et de CDF pour chaque site d'échantillonnage selon les classes définies précédemment. L'utilisation de classes au lieu de données brutes permet de comparer plus facilement les données provenant des sites d'échantillonnage situés en amont et en aval d'une usine située le long d'un cours d'eau intérieur, de comparer les diverses données provenant d'un site d'échantillonnage en particulier ou de sites d'échantillonnage différents. Les légendes du classement des données par groupe de congénères sont présentées dans les encarts pour les sites d'échantillonnage sur la côte et à l'intérieur des terres.

Les figures 8a à 8d présentent les résultats des prélèvements réalisés à certains sites d'échantillonnage dans le but d'illustrer la contribution relative des groupes de congénères à l'équivalent de toxicité et l'importance de ces groupes de congénères.

FIGURE 5. DISTRIBUTION DES CLASSES DES EQT DES CLASSES DE 2,3,7,8-T_4CDD - COMPARAISON ENTRE LES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS SUR LA CÔTE ET CEUX PRÉLEVÉS EN AVAL DES USINES SITUÉES LE LONG DES COURS D'EAU INTÉRIEURS





Il serait intéressant d'analyser les résultats de la contamination à chaque site d'échantillonnage, mais cela n'est pas possible dans le cadre du présent rapport.

Pour réaliser une interprétation détaillée, nous avons choisi les sites d'échantillonnage présentant les valeurs les plus élevées d'EQT à chaque usine de pâtes et papiers pour les fins de la discussion suivante. Dans le cadre de cette discussion, les différentes classes de contamination ont été établies de la façon suivante :

>30X la médiane	Contamination la plus élevée
10X-30X la médiane	Contamination très élevée
3X-10X la médiane	Contamination élevée
1X-3X la médiane	Contamination intermédiaire
LD-médiane	Contamination faible (légère)
<=LD	Contamination non détectée (inférieure à la limite de détection)

La description suivante des caractéristiques propres à des sites spécifiques est basée sur les résultats des EQT, le classement des niveaux de contamination et la contribution relative des groupes de congénères.

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE SUR LA CÔTE

COLOMBIE-BRITANNIQUE ET NOUVELLE-ÉCOSSE

La figure 6a montre que pour les 12 usines de pâtes et papiers (10 en Colombie-Britannique et deux en Nouvelle-Écosse) qui déversent leurs effluents dans le milieu aquatique côtier, les sédiments prélevés près de Western Pulp Partnership (Squamish, C.-B.) - site d'échantillonnage 17A et de MacMillan Bloedel - site d'échantillonnage 8A présentent les niveaux de contamination "les plus élevés" (EQT de 1 500 et 4 500 pg/g).

Comme on peut voir dans le tableau 4, quatre autres usines présentaient un niveau de contamination "élevé" (EQT de 450-1 500 pg/g) à au moins l'un des sites d'échantillonnage.

Tableau 4. Caractérisation de la contamination à partir des EQT les plus élevés aux sites d'échantillonnage sur la côte.

TRÈS ÉLEVÉE	
Site 8 A - MacMillan Bloedel, Port Alberni	C.-B.
Site 17 A - Western Pulp Partnership, Squamish	C.-B.
ÉLEVÉE	
Site 2 B,C - Fletcher Challenge Can., Crofton	C.-B.
Site 7 B - MacMillan Bloedel, Nanaimo	C.-B.
Site 9 A - Canfor Products, Port Mellon	C.-B.
Site 10 A - MacMillan Bloedel, Powell River	C.-B.
INTERMÉDIAIRE	
Site 3 A - C.P. Forest Products, Gold River	C.-B.
Site 14 B - Skeena Cellulose, Prince Rupert	C.-B.
CONTAMINATION FAIBLE OU NON DÉTECTÉE	
Site 1 - Fletcher Challenge, Campbell River	C.-B.
Site 49 - Scott Maritimes, Nev Glasgov	N.-É.
Site 50 - Stora Forest Products, Port Hawkesbury	N.-É.
Site 51 - Western Pulp Partnership, Port Alice	C.-B.

Des 29 sites d'échantillonnage répertoriés dans les deux provinces, 15 présentaient une contamination "non détectée" ou "faible", six présentaient une contamination "intermédiaire" et huit présentaient une contamination "élevée" ou "très élevée".

La caractéristique propre à tous les lieux contaminés est la prédominance de la H_6CDD qui constitue une part significative de l'EQT illustré dans la figure 8a. Aux sites d'échantillonnage 2B, 7B et 8A, la présence de P_5CDD constitue une part considérable de la valeur de l'EQT.

Un examen de la figure 7a nous livre d'autres renseignements intéressants :

- Les sites d'échantillonnage 17A et 17B sont caractérisés par la concentration la plus élevée de 2,3,7,8-T_4CDF.

- La 2,3,7,8-T_4CDD a été détectée aux sites 17A et 9A (Hove Sound) et au site 14B (Prince Rupert), à des concentrations respectives de 17, 25 et 27 pg/g. La détection de ce congénère dans les sédiments a été confirmée par deux études de base effectuées en 1989 (Hatfield Consultants, 1989a, 1989b). La 2,3,7,8-T_4CDD a été détectée aux sites 2 (Crofton), 3 (Gold River), 7 (Nanaimo), 8 (Port Alberni) et 10 (Powell River), mais la concentration était inférieure à la limite de détection (<15 pg/g). Des études environnementales ont aussi été commandées dans ces secteurs (Hatfield Consultants, 1990a, 1990b, 1990c, 1990d; Beak Associates Consulting, 1990).

- Le site 17A a été mis dans la classe "très élevée" à cause de la P_5CDD.

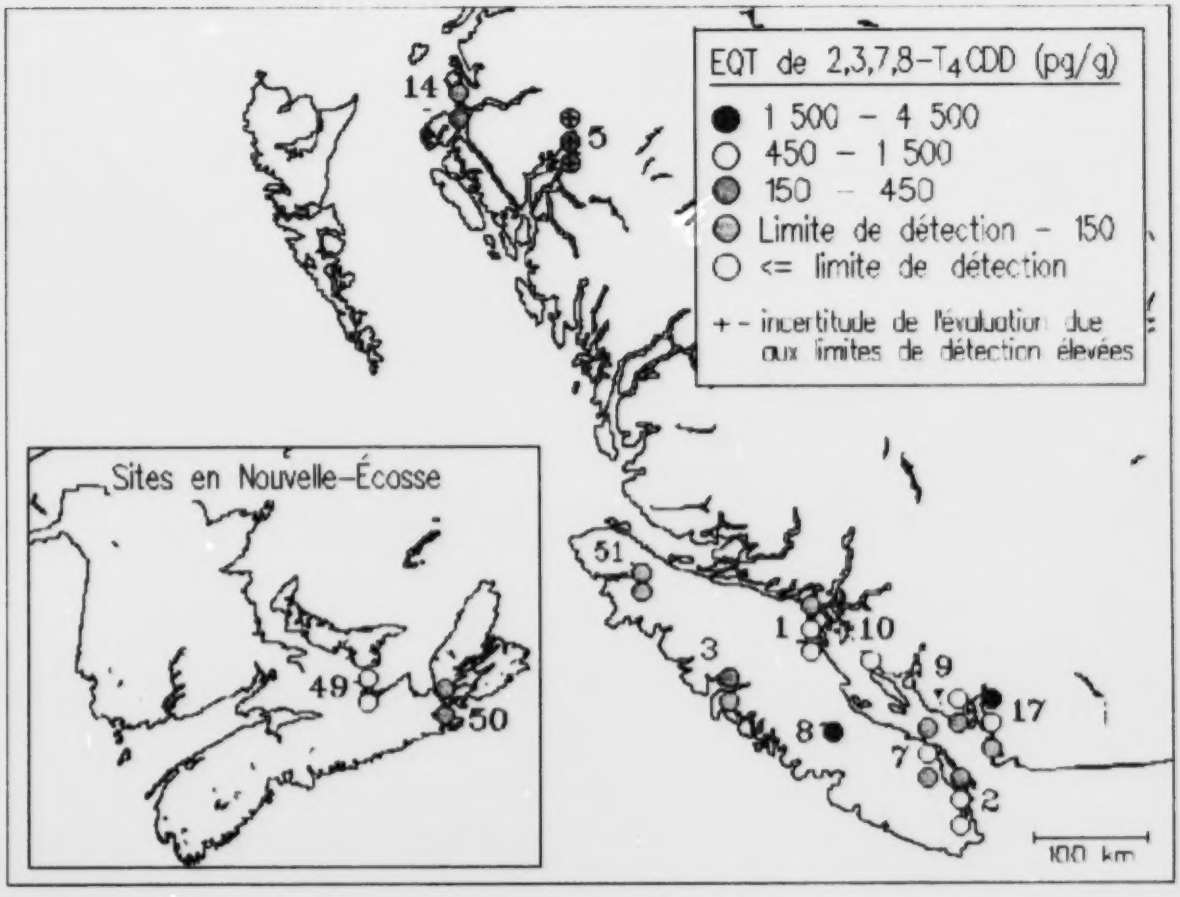
Eurocan est une usine située le long d'un cours d'eau intérieur. On a présenté les résultats des sites d'échantillonnage 5G, 5H et 5I à cause de leur situation sur la côte. Les sites d'échantillonnage à l'intérieur des terres (5A à 5F) seront traités dans la section sur les sites d'échantillonnage à l'intérieur des terres en Colombie-Britannique.

Il faut remarquer que les sites d'échantillonnage 5G, 5H, 5I sur la côte sont à proximité d'une fonderie d'aluminium située dans le bras de mer, qui peut avoir un effet sur la contamination des sédiments à cause de la présence de dioxines et de furanes identifiée pour ce type d'industrie.

Figure 6a

Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g)

Colombie-Britannique et Nouvelle-Écosse - Sites sur la côte



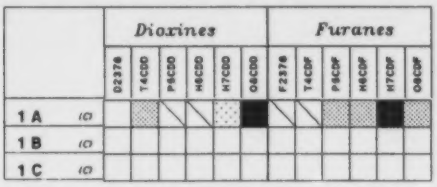
1. Fletcher Challenge Canada Ltd. – Campbell River, C.-B.
2. Fletcher Challenge Canada Ltd. – Crofton, C.-B.
3. C.P. Forest Products Ltd. – Gold River, C.-B.
5. Eurocan Pulp and Paper Ltd. – Kitimat, C.-B. *
7. MacMillan Bloedel Ltd. – Nanaimo, C.-B.
8. MacMillan Bloedel Ltd. – Port Alberni, C.-B.
9. Canfor Products Ltd. – Port Mellon, C.-B.
10. MacMillan Bloedel Ltd. – Powell River, C.-B.
14. Skeena Cellulose Inc. – Prince Rupert, C.-B.
17. Western Pulp Partnership Ltd. – Squamish, C.-B.
49. Scott Maritimes Ltd. – New Glasgow, N.-É.
50. Stora Forest Products – Port Hawkesbury, N.-É.
51. Western Pulp Partnership Ltd. – Port Alice, C.-B.

* Usine témoin – Pas de blanchiment au chlore

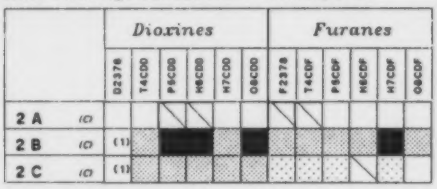
Figure 7a

CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION
(Voir la légende à la page 31 pour les limites de classe)
Colombie-Britannique et Nouvelle-Écosse - Sites sur la côte

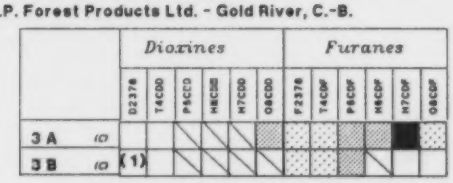
1. Fletcher Challenge Canada Ltd. - Campbell River, C.-B.



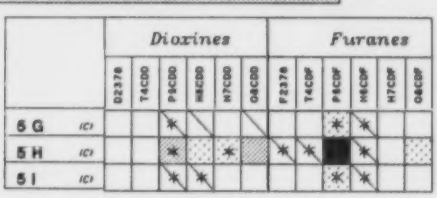
2. Fletcher Challenge Canada Ltd. - Crofton, C.-B.



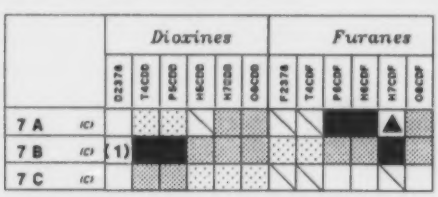
3. C.P. Forest Products Ltd. - Gold River, C.-B.



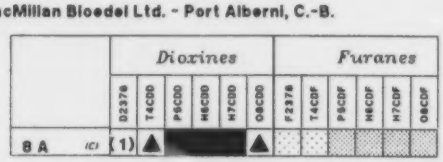
5. Eurocan Pulp and Paper Ltd. - Kitimat, C.-B. (2)



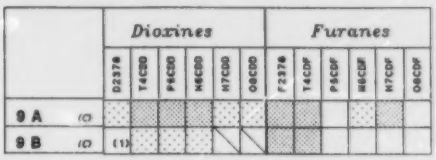
7. MacMillan Bloedel Ltd. - Nanaimo, C.-B.



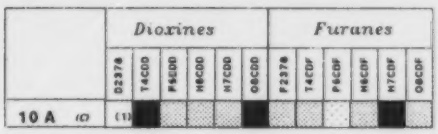
8. MacMillan Bloedel Ltd. - Port Alberni, C.-B.



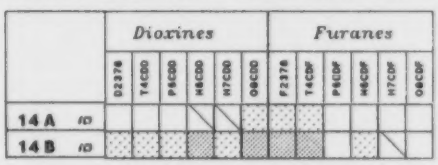
9. Canfor Products Ltd. - Port Mellon, C.-B.



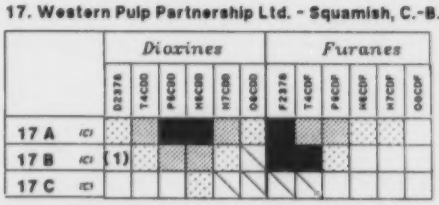
10. MacMillan Bloedel Ltd. - Powell River, C.-B.



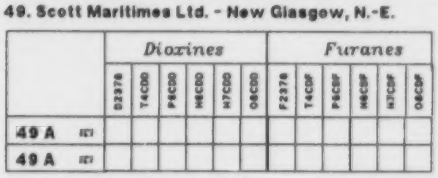
14. Skeena Cellulose Inc. - Prince Rupert, C.-B.



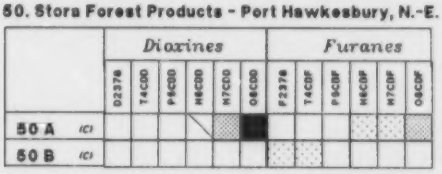
17. Western Pulp Partnership Ltd. - Squamish, C.-B.



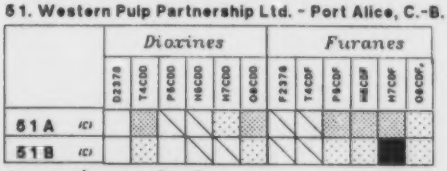
49. Scott Maritimes Ltd. - New Glasgow, N.-E.



50. Stora Forest Products - Port Hawkesbury, N.-E.



51. Western Pulp Partnership Ltd. - Port Alice, C.-B.



* Incertitude due à des limites de détection élevées
(1) Détecté à < 15 pg/g
(2) Pas de blanchiment au chlore

LÉGENDE 1

CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION

SITES SUR LA CÔTE

Légende

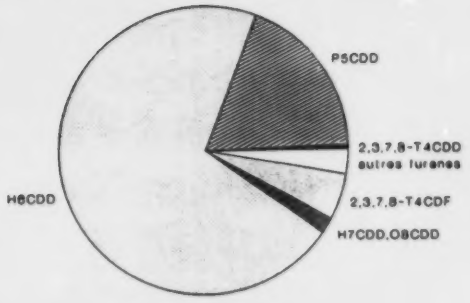
Classement des niveaux de contamination
Sites sur la côte

□ < limite de détection ▨ faible ou peu élevé ⁘ intermédiaire ▩ élevé ■ très élevé ▲ le plus élevé

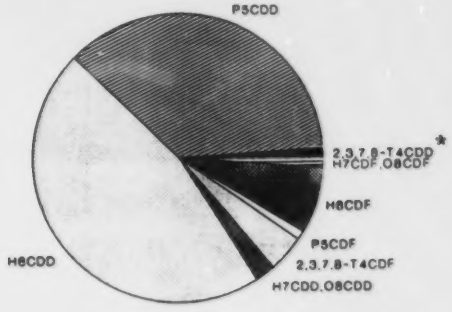
Dioxines		*Furanes*	
CONGÉNÈRES	CONCENTRATIONS (pg/g)	CONGÉNÈRES	CONCENTRATIONS (pg/g)
D2378 (2,3,7,8-T4CDD)	□ <= 15 ▨ pas de classe (1) ⁘ 15 - 45	F2378 (2,3,7,8-T4CDF)	□ <= 10 ▨ 10 - 200 ⁘ 200 - 600 ▩ 600 - 2,000 ■ 2,000 - 6,000
T4CDD	□ <= 15 ▨ pas de classe (1) ⁘ 15 - 45 ▩ 45 - 150 ■ 150 - 450 ▲ > 450	T4CDF	□ <= 10 ▨ 10 - 300 ⁘ 300 - 900 ▩ 900 - 3,000 ■ 3,000 - 9,000
P5CDD	□ <= 20 ▨ 20 - 40 ⁘ 40 - 120 ▩ 120 - 400 ■ 400 - 1,200	P5CDF	□ <= 15 ▨ pas de classe (1) ⁘ 15 - 45 ▩ 45 - 150 ■ 150 - 450
H6CDD	□ <= 30 ▨ 30 - 800 ⁘ 800 - 2,400 ▩ 2,400 - 8,000 ■ 8,000 - 24,000	H6CDF	□ <= 25 ▨ 25 - 60 ⁘ 60 - 180 ▩ 180 - 600 ■ 600 - 1,800
H7CDD	□ <= 50 ▨ 50 - 250 ⁘ 250 - 750 ▩ 750 - 2,500 ■ 2,500 - 7,500 ▲ > 7,500	H7CDF	□ <= 40 ▨ 40 - 50 ⁘ 50 - 150 ▩ 150 - 500 ■ 500 - 1,500 ▲ > 1,500
O8CDD	□ <= 75 ▨ 75 - 250 ⁘ 250 - 750 ▩ 750 - 2,500 ■ 2,500 - 7,500 ▲ > 7,500	O8CDF	□ <= 75 ▨ pas de classe (1) ⁘ 75 - 225 ▩ 225 - 750

(1) - lorsque la médiane est égale à la limite de détection une classe «faible ou peu élevé» n'est pas créée

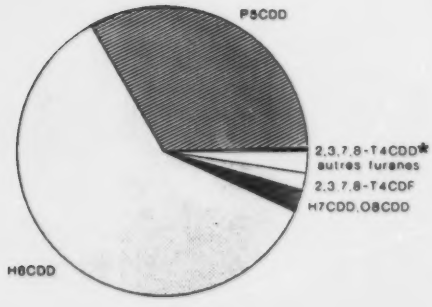
FIGURE 8a. CONTRIBUTION RELATIVE DES GROUPES DE CONGÉNÈRES AUX EQT À CERTAINS SITES D'ÉCHANTILLONNAGE SUR LA CÔTE EN COLOMBIE-BRITANNIQUE



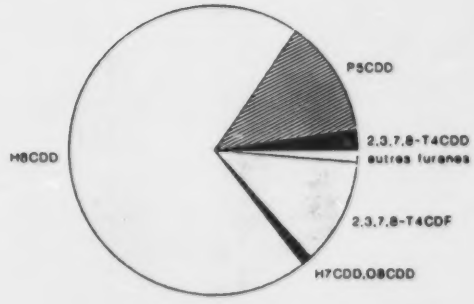
Site 2B



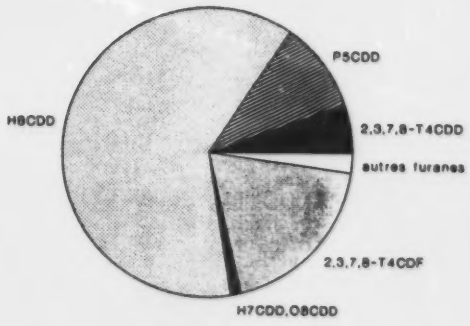
Site 7B



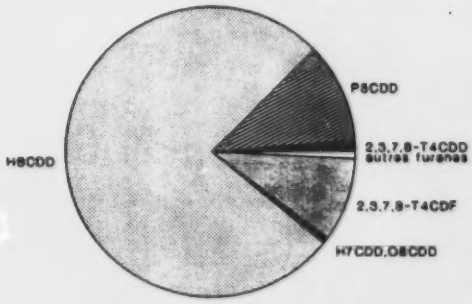
Site 8A



Site 9A



Site 14B



Site 17A

*** Valeur inférieure à la limite de détection - la valeur attribuée est représentée dans les diagrammes à secteurs.**

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DANS LES TERRES - APERÇU

Le tableau 5 nous permet de faire les observations générales suivantes au sujet de la contamination des sédiments prélevés aux sites d'échantillonnage à l'intérieur des terres :

- Parmi les 39 usines de pâtes et papiers situées à l'intérieur des terres (ce nombre total comprend les usines témoins), cinq usines qui déversent leur effluent dans un milieu d'eau douce sont responsables de niveaux "très élevés" (EQT de 200-600 pg/g) de contamination des sédiments. A cinq autres usines, les sédiments prélevés présentent un niveau de contamination "élevé" (EQT de 60-200 pg/g). Ces usines sont situées en Colombie-Britannique, en Ontario et au Québec.

- À 15 usines, les valeurs de dioxines et de furanes ont été placées dans la classe "contamination faible ou non détectée" (EQT inférieurs à 20 pg/g). Aux autres 14 usines, les niveaux de contamination étaient "intermédiaires" (EQT de 20 à 60 pg/g).

Sur un total de 88 sites d'échantillonnage en aval, 40 ont été placés dans la classe "contamination faible ou non détectée". Dix-neuf des autres sites ont été placés dans les classes de contamination "élevée" ou "très élevée".

La 2,3,7,8-T_4CDD a été détectée à trois endroits : au site 26 (C.P. Forest Products, Lac Supérieur), au site 32 (Kimberly Clark, Lac Supérieur) et au site 38 (Produits des Pâtes et Papiers Domtar, R. Quévillon), et les concentrations variaient de 17 à 67 pg/g. La concentration de 2,3,7,8-T_4CDD aux sites 28 (Boise Cascade, R. Rainy) et 37 (Produits Forestiers C.P., R. St-Maurice) était inférieure à la limite de détection (15 pg/g).

Tableau 5. Caractérisation de la contamination à partir des EQT les plus élevés aux sites d'échantillonnage situés à l'intérieur des terres.

TRÈS ÉLEVÉE	
Site #4 D,E - Weyerhaeuser Can., Kamloops	C.-B.
Site #6 D - Fletcher Challenge Can., Mackenzie	C.-B.
Site #16 C - Crestbrook Forest Ind., Cranbrook	C.-B.
Site #26 C - Canadian Pacific Forest Prod., Dryden	ONT.
Site #30 A,B,C - Domtar Inc., Red Rock	ONT.
ÉLEVÉE	
Site #20 D - Celgar Pulp Com., Castlegar	C.-B.
Site #25 B,C - Domtar Inc, Cornwall	ONT.
Site #29 E - James River Marathon, Marathon	ONT.
Site #32 B,C - Kimberly Clark of Can., Terrace Bay	ONT.
Site #38 A - Produits Pâtes & Papiers Domtar, Lebel Quév.	QUE.
INTERMÉDIAIRE	
Site #5 F* - Eurocan Pulp & Paper, Kitimat / usine témoin	C.-B.
Site #11 B,C,D - Northwood Pulp & Timber, Prince George	C.-B.
Site #12/13 E,F - Canfor Prince George Pulp & Paper/ Prince George Pulp & Inter., Prince George	C.-B.
Site #15 B,C,D - Cariboo Pulp & Paper, Quesnel	C.-B.
Site #18 A,C - Finlay Forest Ind., Mackenzie/ usine témoin	C.-B.
Site #19 A,D,F - Quesnel River Pulp, Quesnel/ usine témoin	C.-B.
Site #27 B,C - E.B. Eddy Forest Prod., Espanola	ONT.
Site #31 A* - Fraser Inc., Thorold	ONT.
Site #37 A - Produits Forestiers Canadiens Pac., La Tuque	QUE.
Site #39 A - Stone Consolidated Inc., Portage-du-Fort	QUE.
Site #42 B*,C*,D* - Stone Consolidated, Trois-Rivières	QUE.
Site #44 C,D - St. Anne Nackavic, Nackavic	N.B.
Site #45 A,B - Miramichi Pulp & Paper, Newcastle	N.B.
CONTAMINATION FAIBLE OU NON DÉTECTÉE	
Site #21 - Proctor & Gamble Cellulose, Grande Prairie	ALB.
Site #22 - Welwood of Canada, Hinton	ALB.
Site #23 - Weyerhaeuser Canada, Prince Albert	SAS.
Site #24 B - Manfor Ltd (Repap), The Pas / usine témoin	MAN.
Site #28** - Boise Cascade Can., Fort Frances	ONT.
Site #33 - C.P. Forest Products, Thunder Bay	ONT.
Site #34 - Malette Kraft Pulp & Power, Smooth Rock Falls	ONT.
Site #35 - Tembec Inc., Temiscaming	QUE.
Site #36 - Cascades Inc., Jonquière	QUE.
Site #40 - Donohue St-Félicien, St-Félicien	QUE.
Site #41 - Industries James Maclaren Inc, Thurso	QUE.
Site #43 - Les Papiers Fins Domtar, Windsor	QUE.
Site #46 - Irving Pulp & Paper, Saint John	N.B.
Site #47 - Atholville Pulp & Paper, Atholville	N.B.
Site #48 - Fraser Inc., Edmundston	N.B.

* Incertitude de l'évaluation due aux limites de détection élevées
** Analyse incomplète.

Usine témoin - pas de blanchiment au chlore.

COLOMBIE-BRITANNIQUE

Comme le montrent les figures 6b et 7b, à quatre des 8 usines situées en Colombie-Britannique, au moins un site d'échantillonnage par usine présentait une contamination "très élevée" (EQT de 200-600 pg/g) ou "élevée" (EQT de 60-200 pg/g).

- Les sites 4D, 4E, 6D, 6E et 6F, ainsi que 16C et 20D présentaient les concentrations les plus élevées de 2,3,7,8-T_4CDF.

- Le site 18 (Finlay Forest Industries) est une usine témoin (pas de blanchiment au chlore) et les concentrations de dioxines et de furanes qui y ont été observées peuvent résulter d'une contamination par le site 6 (Fletcher Challenge Canada) situé à environ 6 km au sud sur le lac Williston. Outre le 2,3,7,8-T_4CDF, on a détecté la présence de O_8CDD aux sites 6D, 6E et 6F. On a trouvé du 2,3,7,8-T_4CDF et de la O_8CDD dans les sédiments prélevés au site 18.

- Au site 19, une usine témoin, on a décelé la présence de 2,3,7,8-T_4CDF et d'autres T_4CDF dans les sédiments prélevés en amont et en aval. Ce qui peut provenir de l'influence des usines 11, 12 et 13 toutes situées sur le fleuve Fraser, à Prince George.

- Le site 15 à Quesnel est situé en aval de quatre usines (dont trois utilisent le blanchiment au chlore); il est donc difficile de distinguer l'origine des contaminants.

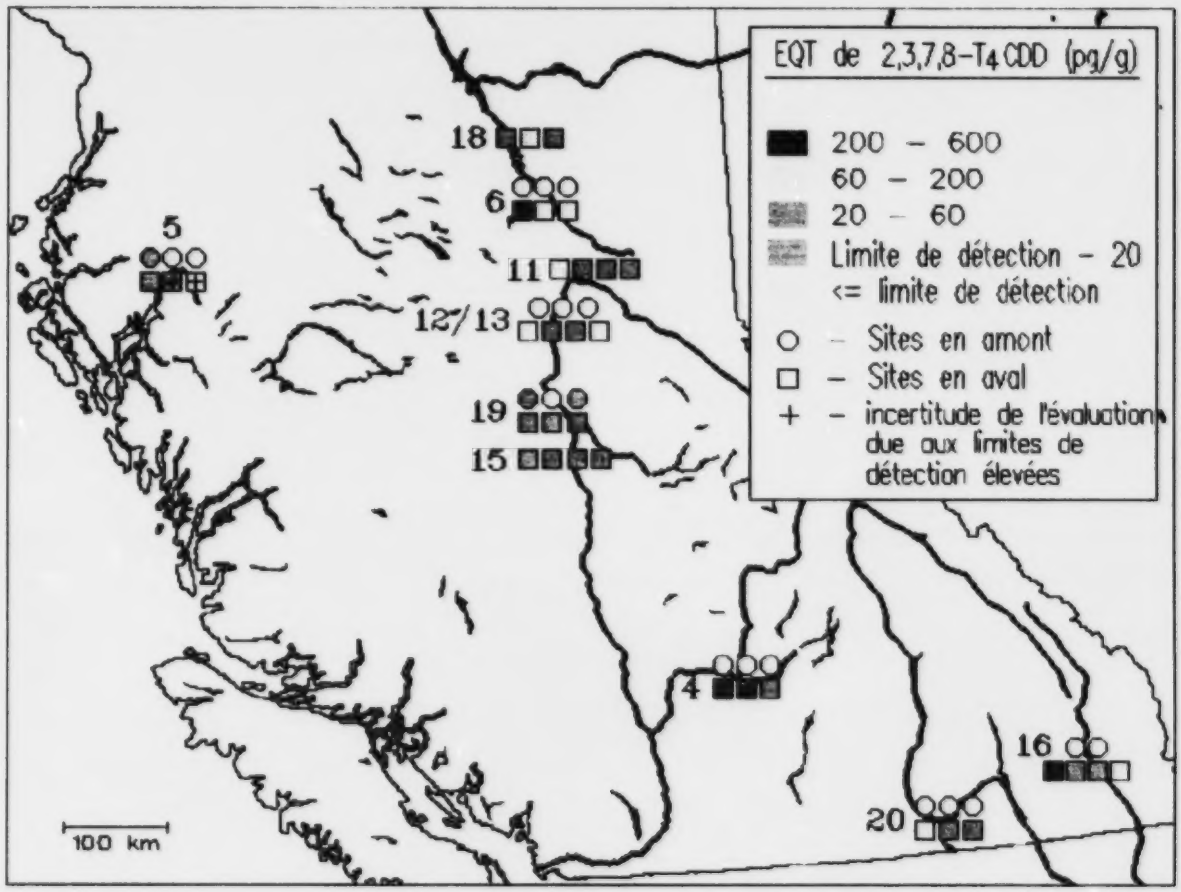
- Le site 5F (Eurocan, Kitimat - usine témoin/pas de blanchiment au chlore) se distingue par la présence de H_6CDD. Ce groupe de congénères est absent de la majorité des sites d'échantillonnage situés à l'intérieur de la Colombie-Britannique. On peut expliquer la présence de H_6CDD dans les sédiments par l'utilisation de copeaux de bois contaminés.

- Les 2,3,7,8-T_4CDF sont en très grande majorité aux sites d'échantillonnage situés en aval des usines et forment près de 100 % de l'EQT (voir les exemples dans la figure 8b).

Figure 6b

Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g)

Colombie-Britannique - Sites dans les terres



4. Weyerhaeuser Canada Ltd. – Kamloops
5. Eurocan Pulp & Paper Ltd. – Kitimat *
6. Fletcher Challenge Canada Ltd. – Mackenzie
11. Northwood Pulp & Timber Ltd. – Pringe George
12/13. Canfor Prince George Pulp & Paper and Prince George Pulp & Intercontinental Pulp Ltd. – Prince George
15. Cariboo Pulp & Paper Company – Quesnel
16. Crestbrook Forest Industries Ltd. – Cranbrook
18. Finlay Forest Industries Ltd. – Mackenzie *
19. Quesnel River Pulp Co. Ltd. – Quesnel *
20. Celgar Pulp Company – Castelgar

* Usine témoin – Pas de blanchiment au chlore

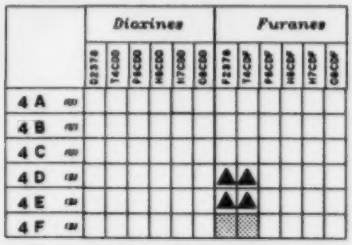
Figure 7b

CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION

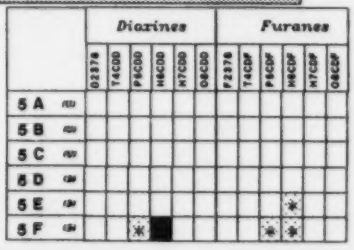
(Voir la légende à la page 65 pour les limites de classe)

Colombie-Britannique - Sites dans les terres

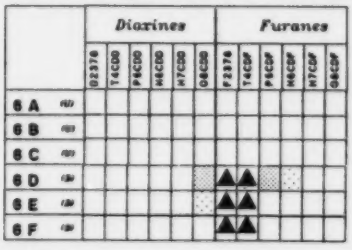
4. Weyerhaeuser Canada Ltd. - Kamloops



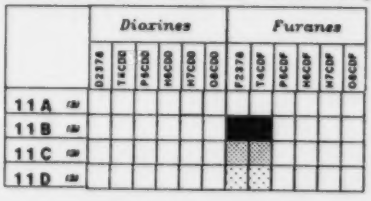
5. Eurocan Pulp & Paper Ltd. - Kitimat (2)



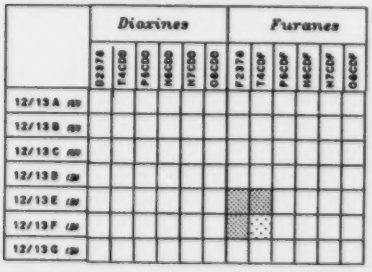
6. Fletcher Challenge Canada Ltd. - Mackenzie



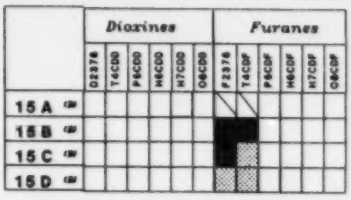
11. Northwood Pulp & Timber Ltd. - Prince George



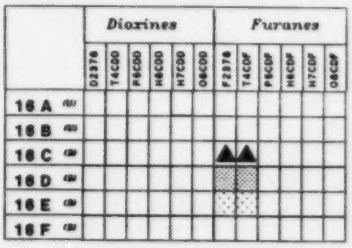
12/13. Canfor Prince George Pulp & Paper and Prince George Pulp & Inter-continental Pulp Ltd. - Prince George



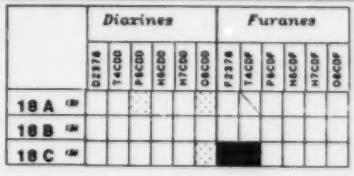
15. Cariboo Pulp & Paper Company - Quesnel



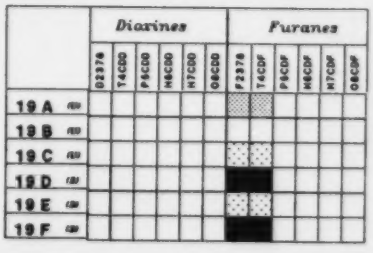
16. Crestbrook Forest Industries Ltd. - Cranbrook



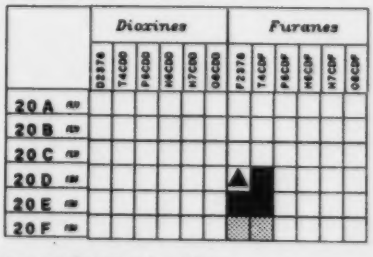
18. Finlay Forest Industries Ltd. - Mackenzie (2)



19. Quesnel River Pulp Co. Ltd. - Quesnel (2)



20. Celgar Pulp Company - Castelgar



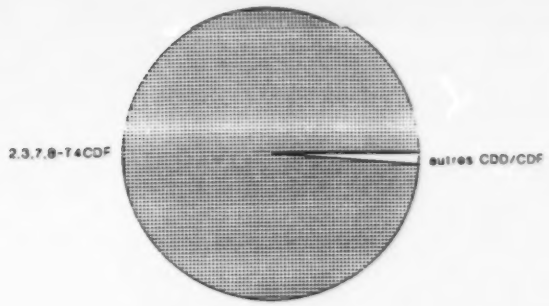
✳ Incertitude due aux limites de détection élevées

(2) Pas de blanchiment au chlore

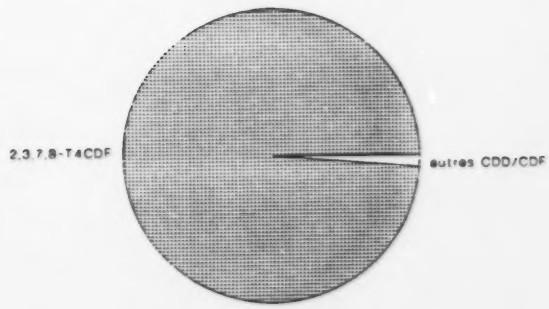
(U) Site en amont (upstream)

(D) Site en aval (downstream)

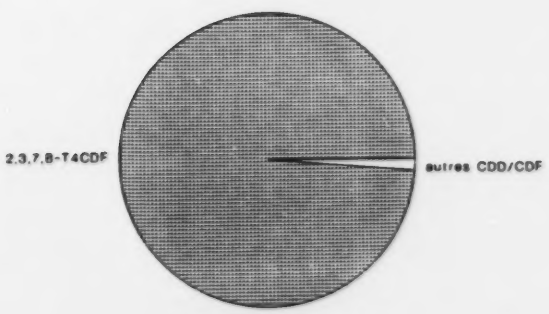
FIGURE 8b. CONTRIBUTION RELATIVE DES GROUPES DE CONGÉNÈRES AUX EQT À CERTAINS SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DANS LES TERRES EN COLOMBIE-BRITANNIQUE



Site 4D



Site 16C



Site 6D

RÉGION DES PRAIRIES

Des sédiments prélevés à proximité de trois usines de blanchiment dans les Prairies ont révélé une contamination "faible" seulement à en juger par les EQT (inférieures à 20 pg/g à tous les sites) et par la concentration des groupes de congénères (Figure 6c et figure 7c). La contamination des sédiments de la rivière Wapiti prélevés au site 21B (Proctor and Gamble Cellulose) indiquait la présence de "faibles" concentrations de 2,3,7,8-T_4CDF (36 pg/g).

Compte tenu du nombre très restreint d'échantillons prélevés dans cette région, il est difficile d'interpréter la présence de dioxines (P_5CDD, H_6CDD et O_8CDD) à faibles concentrations dans certains échantillons (22B, 23A, 24A).

Les faibles niveaux de contamination dans les sédiments en aval des usines 21 et 22 semblent correspondre à ceux des échantillons prélevés en 1987, un an plus tôt (Alberta Environment, 1988). La contamination des sédiments au site 23 ne peut être attribuée uniquement à l'usine de pâtes et papiers. Des déversements de pentachlorophénol à l'égoût municipal ont été observés (Gouvernement de la Saskatchewan, Ministère de l'Environnement et de la Sécurité Publique, News Release 89-066, le 2 février 1989)(1). Il n'y a pas de contrôle pour ce site.

Le site 24A **en amont** de l'usine Manfor Ltd, qui est un site témoin sans blanchiment au chlore, est dans la classe "intermédiaire" (EQT de 20-60 pg/g - Figure 6c). Les **P_5CDD** dominent et sont les principaux composés qui contribuent à donner un facteur d'équivalence de la toxicité élevée à cet endroit (Tableau 3).

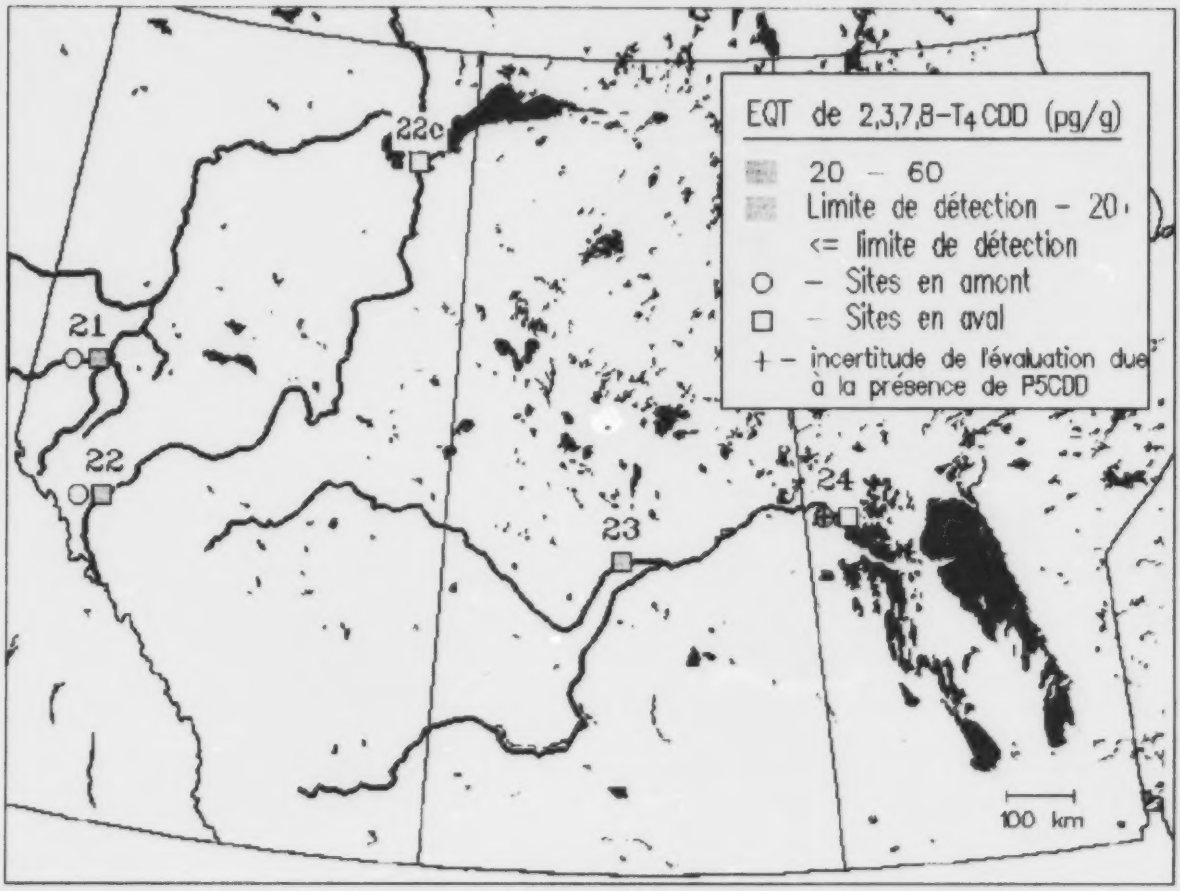
La contamination du site en amont (24A) reste inexpliquée. L'influence des rejets de l'usine Weyerhaeuser Canada Ltd. (usine 23) située en amont ne peut être invoquée étant donné la distance et les facteurs hydrologiques (barrages sur la rivière en amont du site 24). La contamination du site 24A pourrait être due à des sources locales et à la situation du site (près de la jetée d'un pont). D'autres échantillons devront être prélevés pour confirmer et élucider le niveau et les sources de contamination à ce site.

(1) référence corrigée le 10 avril 1991

Figure 6c

Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g)

Provinces des Prairies - Sites dans les terres



21. Proctor and Gamble Cellulose Ltd. – Grande Prairie, Alberta

22. Weldwood of Canada Ltd. – Hinton, Alberta

23. Weyerhaeuser Canada Ltd. – Prince Albert, Saskatchewan

24. Manfor Ltd. (Repap) – The Pas, Manitoba *

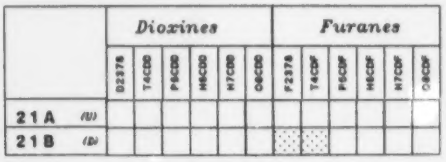
* Usine témoin – Pas de blanchiment au chlore

Figure 7c

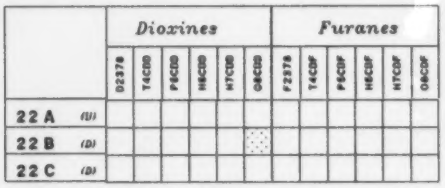
CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION
(Voir la légende à la page 65 pour les limites de classe)

Provinces des Prairies - Sites dans les terres

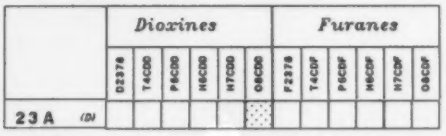
21. Proctor & Gamble Cellulose Ltd. - Grande Prairie, Alberta



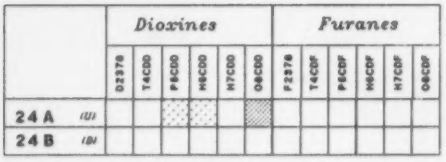
22. Weldwood of Canada Ltd. - Hinton, Alberta



23. Weyerhaeuser Canada Ltd. - Prince Albert, Saskatchewan



24. Manfor Ltd. - The Pas, Manitoba ✳



✳ Pas de blanchiment au chlore

(U) Sites en amont (upstream)

(D) Sites en aval (downstream)

ONTARIO

La contamination des sédiments prélevés près de cinq des dix usines de blanchiment en Ontario est "élevée" (EQT de 60-200 pg/g) à "très élevée" (EQT de 200-600 pg/g). Contrairement aux profils simples de contamination observés auparavant pour les usines situées dans les terres (C.-B. et Prairies), la contamination des sédiments à proximité des usines de l'Ontario est beaucoup plus complexe à évaluer. Les figures 6d et 7d illustrent bien les différences dans les niveaux et les caractéristiques de contamination d'un site à l'autre.

- La contamination des sédiments en Ontario se distingue de celle observée pour les autres sites situés à l'intérieur des terres par la présence de nombreux groupes de congénères de CDD et de CDF en concentrations "élevées" (Figure 7d).

- Comme l'illustre la figure 8c, le 2,3,7,8-T_4CDF est le principal composé responsable de l'EQT au site 26C (C.P. Forest Products, Lac Clay).

- Aux sites 30A, 30B et 30C (Domtar, Red Rock), les EQT sont basés sur des concentrations "très élevées" de H_6CDD, de H_7CDD et de O_8CDD (Figures 7d et 8c). Les concentrations de ces dioxines chlorées sont les plus élevées de l'étude. À ces sites toutefois, on observe de faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDF dans les sédiments. Il faut faire remarquer que les échantillons 30A, 30B et 30C ont été prélevés en 1986 et que les échantillons 30D, 30E et 30F l'ont été en 1989. Il semble que le niveau de contamination ait baissé de façon significative au cours de cette période. L'interprétation des caractéristiques des sédiments (section 4.2 et Annexe I - teneur en carbone organique) pourrait également aider à expliquer ces différences.

- Au site 25B (Domtar, fleuve St-Laurent), le H_6CDF est le principal composé contribuant à l'EQT (Figure 8c).

- Des données manquent pour le site 28 (Boise Cascade Canada) car l'analyse a été incomplète. Toutefois, la 2,3,7,8-T_4CDD a été détectée au site 28E (8 pg/g - concentration inférieure à la limite de détection de <15 pg/g); le 2,3,7,8-T_4CDF n'a pas été détecté dans les sédiments prélevés.

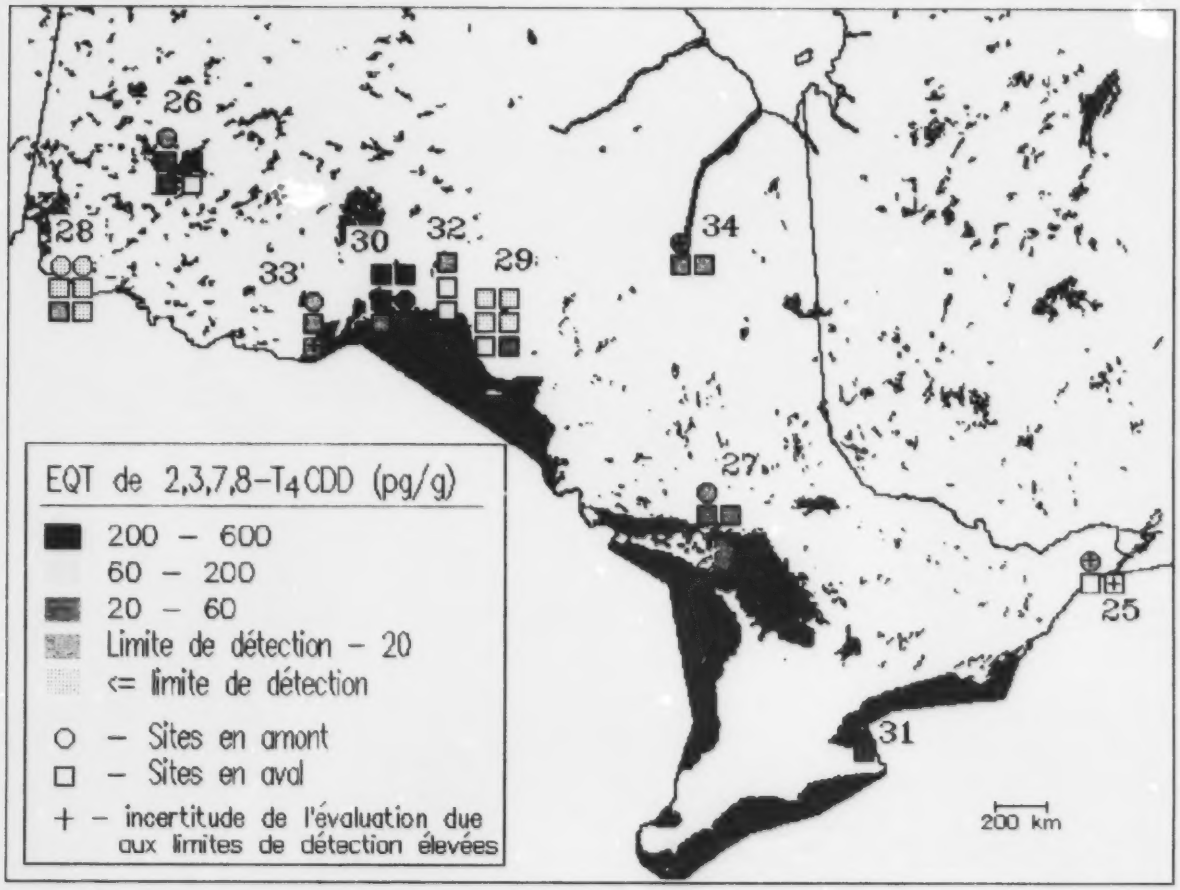
- À l'emplacement 29 (James River Marathon, Lac Supérieur), les échantillons prélevés de l'autre côté de la péninsule (29E et 29F) étaient contaminés, même si les sites de prélèvement étaient situés à l'extérieur de la zone de rejet de l'effluent. Ces résultats peuvent s'expliquer à partir des données historiques concernant l'emplacement de l'effluent ou par la présence d'autres sources ou d'effluents secondaires dans ce secteur.

- La concentration de 2,3,7,8-T_4CDD était de 61 pg/g et de 67 pg/g aux sites 32B et 32C (Kimberly Clark of Canada, Lac Supérieur) et de 66 pg/g au site 26C (C.P. Forest Products, Lac Clay). Les concentrations les plus élevées de 2,3,7,8-T_4CDF en Ontario ont été observées aux sites 26C et 32C.

Figure 6d

Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g)

Ontario - Sites dans les terres

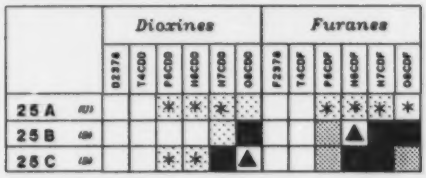


25. Domtar Inc. – Cornwall
26. C. P. Forest Products Ltd. – Dryden
27. E.B. Eddy Forest Products Ltd. – Espanola
28. Boise Cascade Canada – Fort Frances
29. James River Marathon Ltd. – Marathon
30. Domtar Inc. – Red Rock
31. Fraser Inc. – Thorold
32. Kimberly Clark of Canada Ltd. – Terrace Bay
33. C.P. Forest Products Ltd. – Thunder Bay
34. Malette Kraft Pulp and Power – Smooth Rock Falls

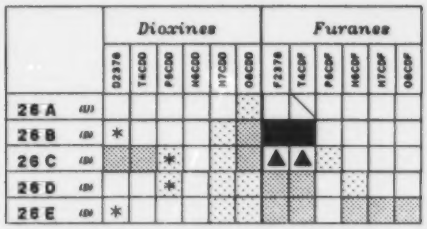
Figure 7d

CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION
(Voir la légende à la page 65 pour les limites de classe)
Ontario - Sites dans les terres

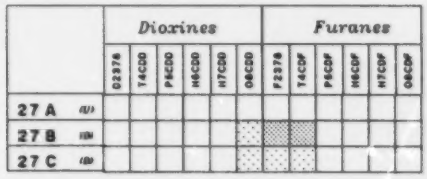
25. Domtar Inc. - Cornwall



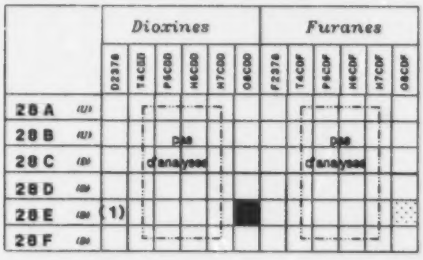
26. C. P. Forest Products Ltd. - Dryden



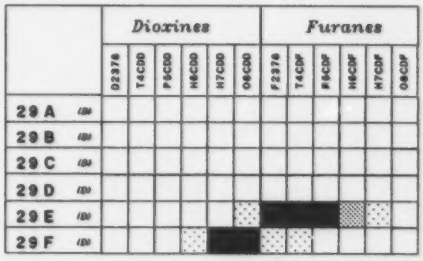
27. E.B. Eddy Forest Products Ltd. - Espanola



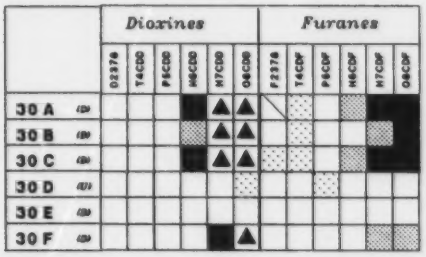
28. Boise Cascade Canada - Fort Frances



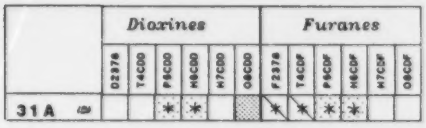
29. James River Marathon Ltd. - Marathon



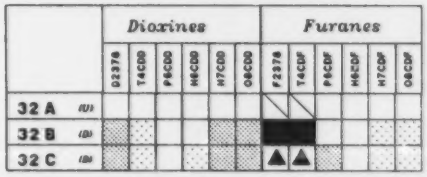
30. Domtar Inc. - Red Rock



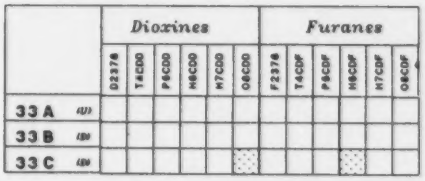
31. Fraser Inc. - Thorold



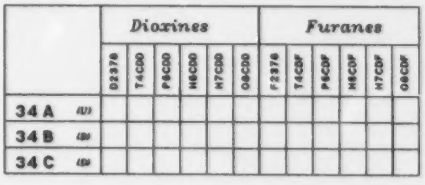
32. Kimberly Clark of Canada Ltd. - Terrace Bay



33. C.P. Forest Products Ltd. - Thunder Bay



34. Malette Kraft Pulp and Power - Smooth Rock Falls



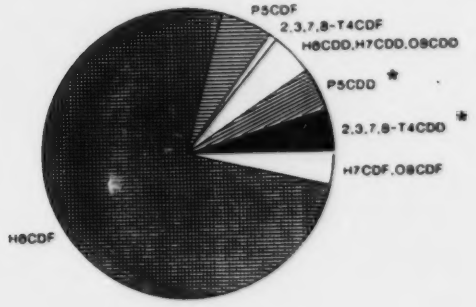
* Incertitude due aux limites de détection élevées

(1) Détecté à < 15 pg/g

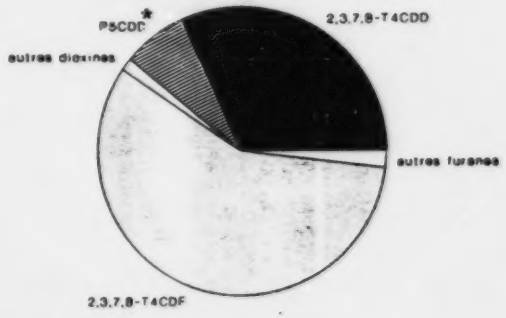
(u) Site en amont (upstream)

(d) Site en aval (downstream)

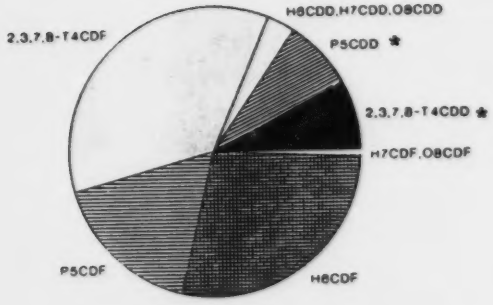
FIGURE 8c. CONTRIBUTION RELATIVE DES GROUPES DE CONGÉNÈRES AUX EQT À CERTAINS SITES D'ÉCHANTILLONNAGE EN ONTARIO



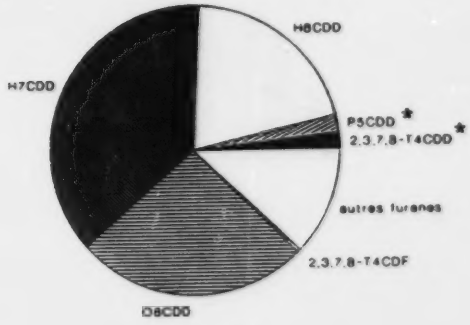
Site 25B



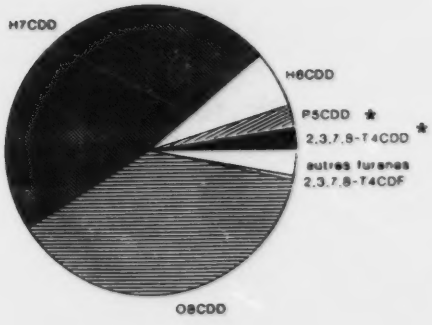
Site 26C



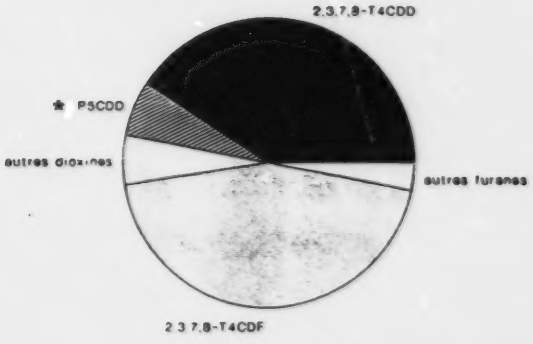
Site 29E



Site 30A



Site 30B



Site 32C

* **Valeur inférieure à la limite de détection - la valeur attribuée est représentée dans les diagrammes à secteurs**

QUÉBEC

Sauf dans le cas du site 38, les sédiments prélevés à proximité des usines du Québec ne présentent pas de concentrations élevées de dioxines ou de furanes. En général, les EQT sont dans les classes de niveaux de contamination "intermédiaire" ou "faible" (EQT <60 pg/g). L'examen des figures 6e et 7e révèle des caractéristiques notables pour trois seulement des neuf usines :

- Les sédiments prélevés au site 38 (Produits des Pâtes et Papiers Domtar, à Lebel sur Quévillon) étaient contaminés par des 2,3,7,8-T_4CDD (43 pg/g) et des 2,3,7,8-T_4CDF. Le pentachlorodibenzofurane était également présent. La 2,3,7,8-T_4CDD est le principal composé responsable de l'EQT (Figure 8d).

- Les sédiments prélevés au site 37 sur la rivière Saint-Maurice (Produits Forestiers Canadien Pacifique, à La Tuque) sont contaminés par le 2,3,7,8-T_4CDF, le principal composé responsable de l'EQT, et par des dioxines hautement chlorés (H_7CDD et O_8CDD). Des concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD inférieures à la limite de détection (<15 pg/g) ont été mesurées. Une étude environnementale plus poussée menée par l'Institut national de recherche sur les eaux en collaboration avec Pêches et Océans Canada fournira d'autres données qui nous permettront d'évaluer les niveaux de contamination à ce site.

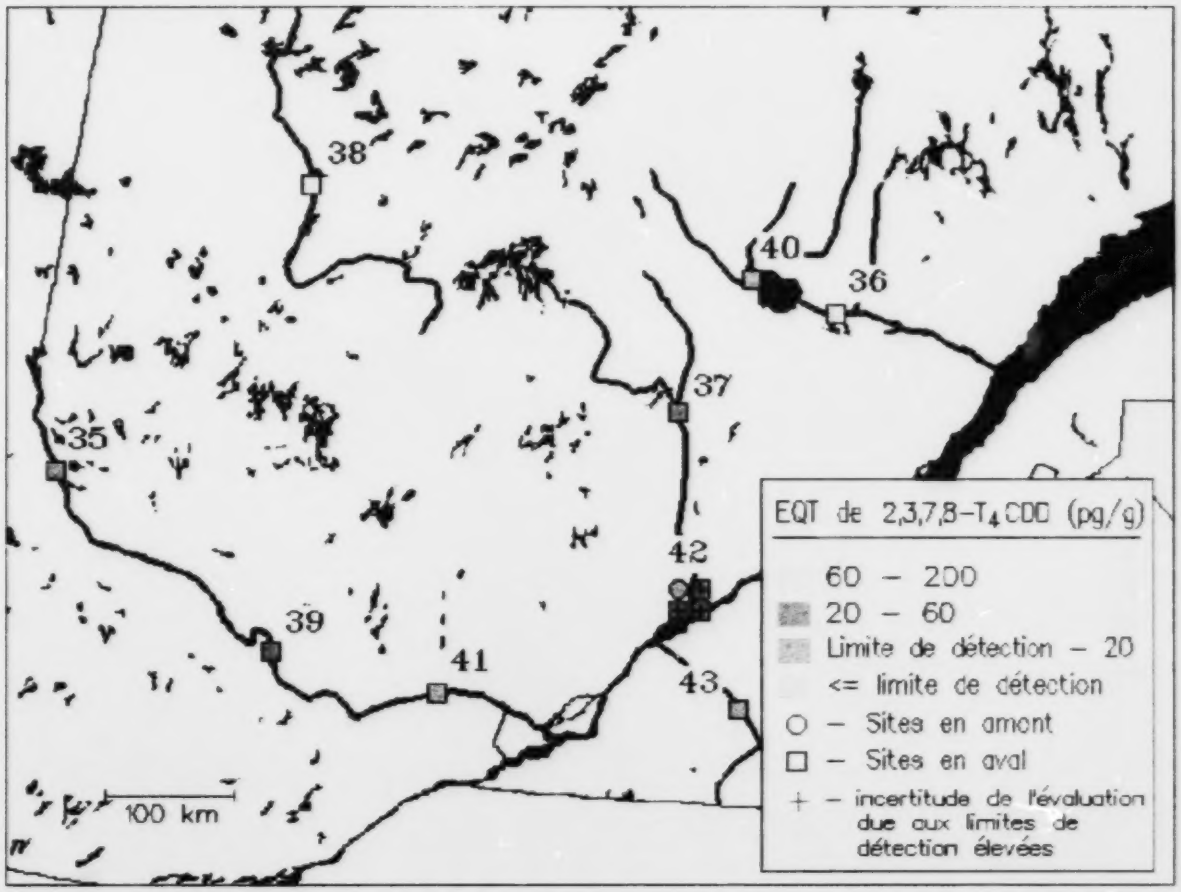
- Au site 39 sur la rivière des Outaouais à Portage-du-Fort, la valeur de l'EQT (21 pg/g) est très proche de la classe de "faible" contamination (EQT <20 pg/g). Étant donné qu'un seul échantillon est disponible, il n'est pas possible de confirmer ce niveau de contamination.

Ici également, comme pour les Prairies, le petit nombre d'échantillons a nui à l'interprétation.

Figure 6e

Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g)

Québec - Sites dans les terres



35. Tembec Inc. - Témiscamingue
36. Cascades Inc. - Jonquière
37. Les Produits Forestiers Canadiens Pacifique Ltée. - La Tuque
38. Produits des Pâtes et Papiers Domtar - Lebel-sur-Quévillon
39. Stone Consolidated Inc. - Portage-du-Fort
40. Donohue St-Félicien Inc. - St-Félicien
41. Industries James MacLaren Inc. - Thurso
42. Stone Consolidated Inc. - Trois-Rivières
43. Les Papiers Fins Domtar - Windsor

Figure 7e

CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION
(Voir la légende à la page 65 pour les limites de classe)

Québec - Sites dans les terres

35. Tembec Inc. - Témiscamingue

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
35 A (D)												

36. Cascades Inc. - Jonquière

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
36 A (D)												

37. Les Produits Forestiers Canadiens Pacifique Ltée. - La Tuque

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
37 A (D)	(1)											

38. Produits des Pâtes et Papier Domtar - Lebel-sur-Quévillon

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
38 A (D)												

39. Stone Consolidated Inc. - Portage-du-Fort

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
39 A (D)												

40. Donohue St-Félicien Inc. - St-Félicien

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
40 A (D)												

41. Industries James MacLaren Inc. - Thurso

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
41 A (D)												

42. Stone Consolidated Inc. - Trois-Rivières

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
42 A (U)												
42 B (D)			*						*			
42 C (D)			*	*					*	*		
42 D (D)			*	*					*	*	*	*

43. Les Papiers Fins Domtar - Windsor

	Dioxines						Furanes					
	D2378	T4CDD	P5CDD	H6CDD	H7CDD	O8CDD	F2378	T4CDF	P5CDF	H6CDF	H7CDF	O8CDF
43 A (D)												

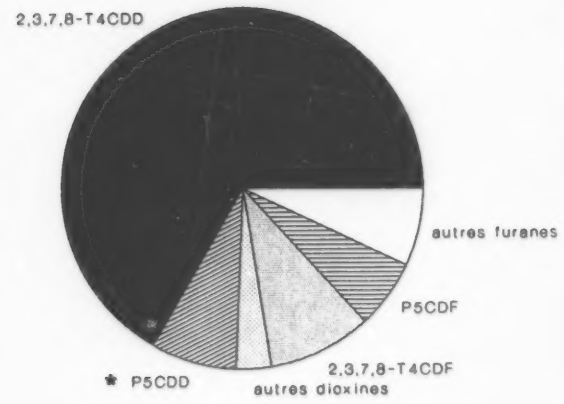
* Incertitude due aux limites de détection élevées

(1) Détecté à < 15 pg/g

(U) Site en amont (upstream)

(D) Site en aval (downstream)

FIGURE 8d. CONTRIBUTION RELATIVE DES GROUPES CONGÉNÈRES AUX EQT À CERTAINS SITES D'ÉCHANTILLONNAGE AU QUÉBEC



Site 38A

* Valeur inférieure à la limite de détection - la valeur attribuée est représentée dans les diagrammes à secteurs

NOUVEAU-BRUNSWICK

Les concentrations de dioxines et de furanes aux sites du Nouveau-Brunswick sont dans les classes des niveaux de contamination "faible" et "intermédiaire" (EQT <60 pg/g). Un examen des données relatives à la contamination des sédiments prélevés près des usines du Nouveau-Brunswick, (figures 6f et 7f) a donné lieu aux observations suivantes :

- Les sites 46 (Irving Pulp and Paper), 47 (Atholville Pulp) et 48 (Fraser Inc.) présentent une "faible" contamination par la H_7CDD et la O_8CDD.

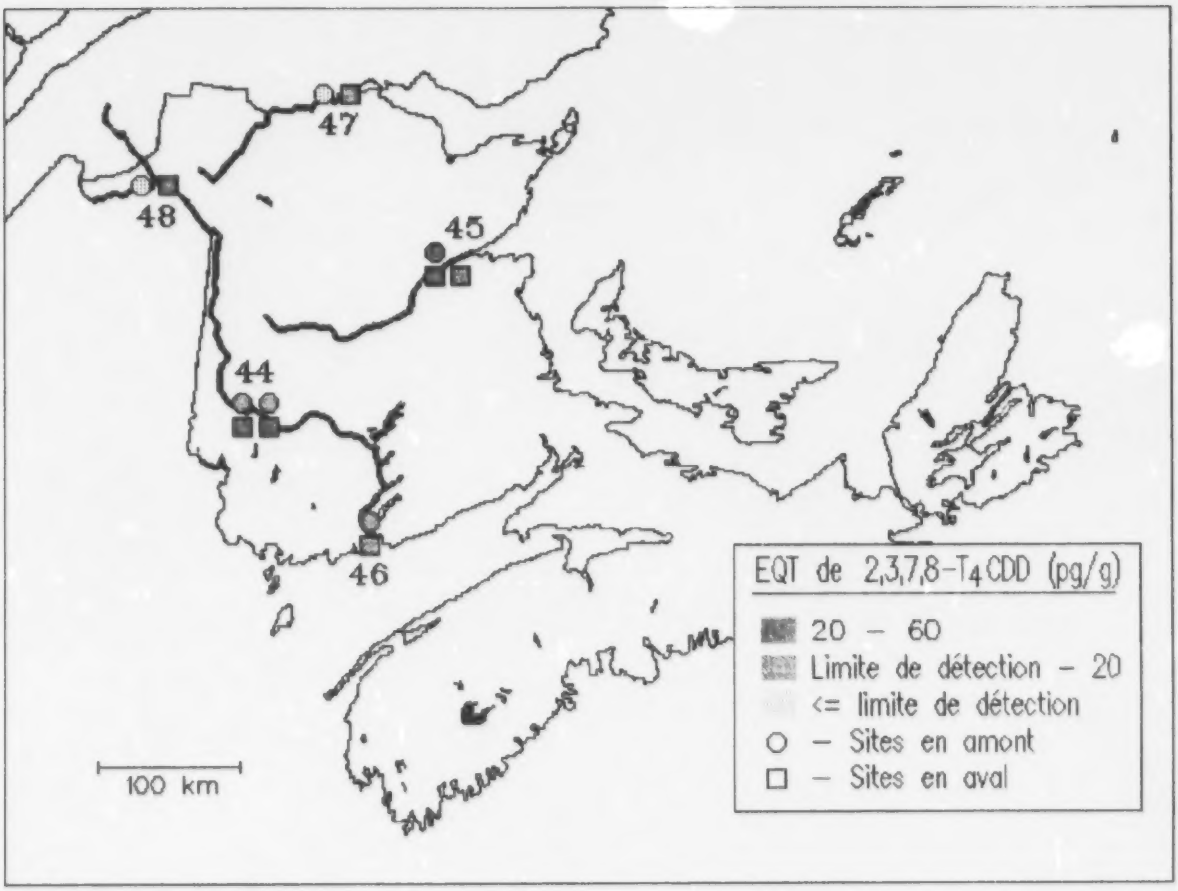
- Le site 45 (Miramichi Pulp and Paper) se distingue par des concentrations très élevées de O_8CDD et par la présence de niveaux de contamination très élevés par le 2,3,7,8-T_4CDF. Le site 45A situé en amont de l'usine est sous l'influence des marées, de sorte que la contamination plus élevée des sédiments comparée à celle des sites en aval peut être reliée au transport de sédiments en suspension.

- Le site 44 situé en aval semble présenter une concentration "très élevée" de H_7CDD et de O_8CDD. Par contre, le 2,3,7,8-T_4CDF a été à peine détecté. La contamination des sites en amont (44A et 44B) n'a pu être expliquée. Il n'est pas possible d'évaluer l'influence du rejet de l'usine Fraser Inc. (usine 48) située en amont à cause de limitations liées au concept de l'étude même.

Figure 6f

Contamination des sédiments exprimée en équivalents de 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g)

Nouveau-Brunswick - Sites dans les terres



44. St. Anne–Nackawic Pulp & Paper Ltd. – Nackawic

45. Miramichi Pulp & Paper – Newcastle

46. Irving Pulp & Paper Ltd. – Saint John

47. Atholville Pulp Inc. – Atholville

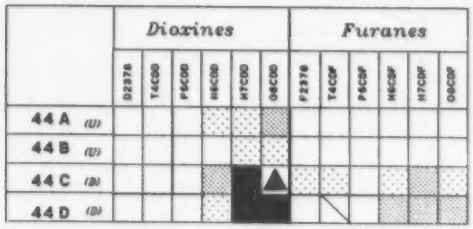
48. Frasers Inc. – Edmundston

Figure 7f

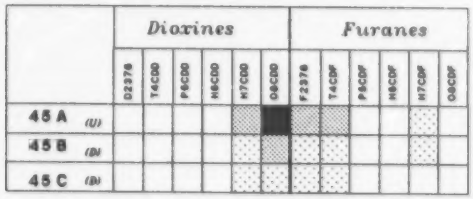
CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION
(Voir la légende à la page 65 pour les limites de classe)

Nouveau-Brunswick - Sites dans les terres

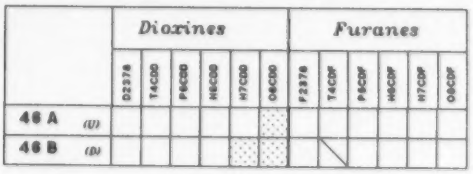
44. St. Anne-Nackawic Pulp & Paper Ltd. - Nackawic



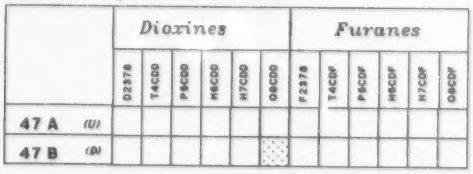
45. Miramichi Pulp & Paper - Newcastle



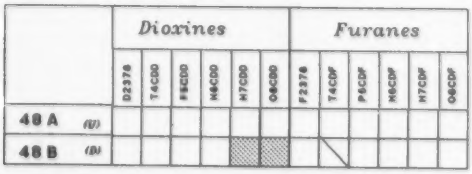
46. Irving Pulp & Paper Ltd. - Saint John



47. Atholville Pulp Inc. - Atholville



48. Fraser Inc. - Edmundston



(U) Site on amont (upstream)

(D) Site on aval (downstream)

LÉGENDE 2

CLASSEMENT DES NIVEAUX DE CONTAMINATION

SITES DANS LES TERRES

Légende

Classement des niveaux de contamination

Sites dans les terres

☐ < limite de détection ▨ faible ou peu élevé ▩ intermédiaire ▩ élevé ■ très élevé ▲ le plus élevé

Dioxines		*Furanes*	
CONGÉNÈRES	**CONCENTRATIONS (pg/g)**	**CONGÉNÈRES**	**CONCENTRATIONS (pg/g)**
D2378 (2,3,7,8-T4CDD)	☐ <= 15 ▨ pas de classe (1) ▩ 15 - 45 ▩ 45 - 150	F2378 (2,3,7,8-T4CDF)	☐ <= 10 ▨ 10 - 15 ▩ 15 - 45 ▩ 45 - 150 ■ 150 - 450 ▲ 450 - 3,200
T4CDD	☐ <= 15 ▨ pas de classe (1) ▩ 15 - 45 ▩ 45 - 150	T4CDF	☐ <= 10 ▨ 10 - 25 ▩ 25 - 75 ▩ 75 - 250 ■ 250 - 750 ▲ 750 - 4,500
P5CDD	☐ <= 20 ▨ pas de classe (1) ▩ 20 - 60	P5CDF	☐ <=15 ▨ pas de classe (1) ▩ 15 - 45 ▩ 45 - 150 ■ 150 - 450
H6CDD	☐ <= 30 ▨ pas de classe (1) ▩ 30 - 90 ▩ 90 - 300 ■ 300 - 900	H6CDF	☐ <= 25 ▨ pas de classe (1) ▩ 25 - 75 ▩ 75 - 250 ■ 250 - 750 ▲ >750
H7CDD	☐ <= 50 ▨ pas de classe (1) ▩ 50 - 150 ▩ 150 - 500 ■ 500 - 1,500 ▲ > 1,500	H7CDF	☐ <= 40 ▨ pas de classe (1) ▩ 40 - 120 ▩ 120 - 400 ■ 400 - 1,200
O8CDD	☐ <= 75 ▨ pas de classe (1) ▩ 75 - 225 ▩ 225 - 750 ■ 750 - 2,250 ▲ > 2,250	O8CDF	☐ <= 75 ▨ pas de classe (1) ▩ 75 - 225 ▩ 225 - 750 ■ 750 - 2,250

(1) lorsque la médiane est égale à la limite de détection une classe «faible ou peu élevé» n'est pas créée

4.2 DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE ET TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE

La distribution granulométrique et la teneur en carbone organique sont deux caractéristiques importantes des sédiments; elles ont été déterminées dans tous les échantillons. Les résultats sont présentés dans l'annexe I-1 et les graphiques, dans l'annexe I-2. Les classes granulométriques suivantes ont été établies (Horovitz, 1985; Environnement Canada, 1988) :

Argiles	<0,004 mm
Limons	0,004 - 0,062 mm
Sables	0,062 - 2 mm
Graviers	>2 mm

Le tableau 6 présente un résumé des caractéristiques des sédiments prélevés dans les cours d'eau intérieurs et le long de la côte.

On recommande de mesurer la distribution granulométrique et la teneur en carbone organique total dans l'évaluation de la contamination des sédiments par des composés organiques toxiques peu solubles dans l'eau (composés hydrophobes) car on a établi que ces deux facteurs influencent la concentration des contaminants. Les limons et les argiles adsorbent les contaminants.

Tableau 6. Résumé des caractéristiques des sédiments

	Carbone organique (%)	Argiles (%)	Particules fines* (%)
SITES DANS LES TERRES			
Minimum	0.03	0.0	0.1
Maximum	32.9	50.0	98.5
Médiane	1.9	6.2	40.5
Moyenne	3.8	9.3	42.8
Écart-type	5.5	9.9	29.5
Nbre d'échantillons	117	119	119
SITES SUR LA CÔTE			
Minimum	0.06	0.0	0.4
Maximum	9.5	41.8	74.0
Médiane	1.6	2.0	10.5
Moyenne	3.1	7.5	27.3
Écart-type	3.1	12.7	27.9
Nbre d'échantillons	27	20	20

* Les particules fines comprennent les particules d'argile et de limon.

On peut regrouper les particules en deux classes selon leur grosseur (IJC, 1988). Les grosses particules (sables et graviers mesurant > 0,062 mm de diamètre) sont composées principalement de silicates inorganiques, stables et inertes dont chaque particule a tendance à être équidimensionnelle ou sphérique. Les sédiments grossiers ne sont habituellement pas associés à des contaminants, mais ils peuvent se trouver dans des secteurs contaminés.

Les petites particules, les limons et les argiles (<0,062 mm) sont significativement différentes (IJC, 1988; Horowitz, 1985). Les échantillons sont constitués habituellement en grande partie de particules de la taille des argiles, dont la structure ouverte en feuillets présente un rapport surface/masse élevé. Leur petite taille, leurs propriétés électriques et leur grande surface maintiennent ces particules en suspension pendant de longues périodes. Ces particules se caractérisent en outre par des charges électriques non équilibrées en surface, ce qui cause leur floculation et leur sédimentation sous forme de grains composites. Leur texture fine et leur grande surface les rendent chimiquement et biologiquement beaucoup plus réactives que les grosses particules et elles offrent des sites d'adsorption pour divers contaminants. Ces propriétés des sédiments fins expliquent pourquoi ils constituent la plus grande partie des sédiments contaminés.

Outre la distribution granulométrique, nous avons également déterminé la teneur en carbone organique qui peut avoir un rôle à jouer dans les processus de sorption des contaminants organiques sur les particules (Allan, 1985; Elzerman and Coates, 1987). Les composés hydrophobes s'adsorbent sur des particules plus fines. Les différences de sorption sur les particules d'argile et de limon sont reliées à leur teneur en carbone organique (Karichkoff et coll., 1979). De nombreux facteurs physiques et chimiques (composition, surface, charge superficielle, formation de complexes, etc.) ont un effet sur la capacité d'une particule de sédiment de capter et de concentrer des contaminants organiques toxiques, et ces processus complexes rendent les prévisions difficiles (Allan, 1985).

Nous avons étudié les relations entre la granulométrie, la teneur en carbone organique et la concentration des dioxines et des furanes.

En théorie, on peut avancer l'hypothèse que les caractéristiques des sédiments (par ex. leur surface et leur teneur en carbone organique) sont corrélées significativement à la propriété de ceux-ci d'adsorber les contaminants. Toutefois, cette relation n'a pas été vérifiée dans la présente étude. La concentration des dioxines et des furanes mesurée dans les échantillons de sédiments prélevés en aval des usines situés dans les terres et sur la côte n'est pas corrélée significativement avec la teneur en carbone organique ou le pourcentage des fractions constituées par de l'argile et du limon dans les échantillons. Une étude de corrélation à partir de données non

transformées a donné une corrélation faible ($r < 0,4$ dans chacune des douze régressions). L'annexe I-3 présente graphiquement les caractéristiques des sédiments en fonction de la concentration des dioxines et des furanes.

Nous sommes arrivés à la conclusion que les facteurs géographiques (localisation des sites, conditions hydrologiques et ambiantes) et les différences dans les sources de contamination étaient plus significatifs que les caractéristiques des sédiments dans l'explication des variations observées dans la concentration des dioxines et des furanes.

Les données peuvent être interprétées à partir de l'hypothèse théorique susmentionnée d'une corrélation entre les fractions fines (argiles et limons) et la concentration de dioxines et de furanes dans l'échantillon. Cela signifie qu'un échantillon de sédiment présentant un faible pourcentage de fractions fines ne serait pas adéquat pour déterminer avec certitude le niveau de contamination par des dioxines et des furanes. Dans de tels cas, d'autres échantillons prélevés aux mêmes sites et comportant des proportions plus élevées de fractions fines pourraient révéler des concentrations plus élevées de dioxines et de furanes.

La discussion suivante présente différents scénarios hypothétiques concernant la distribution granulométrique dans l'interprétation des niveaux de contamination.

1) **La contamination "n'est pas détectée" ou le niveau de contamination est "faible" et les particules fines sont en faible proportion (< 20 %).**

   Dans un tel scénario, la contamination peut exister, mais elle n'aurait pas été révélée par suite de caractéristiques inadéquates de l'échantillon (proportion insuffisante de fractions fines). Par exemple, le tronçon de cours d'eau dans lequel l'échantillon a été prélevé peut occuper un canal à érosion rapide ou les sites d'échantillonnage sont situés en aval d'un barrage où les sédiments fins d'amont sont arrêtés.

   Le scénario ci-dessus peut s'appliquer aux emplacements suivants :

   1. Fletcher Challenge (Campbell River, C.-B.)
   34. Malette Kraft (Smooth Rock Falls, Ont.)
   35. Tembec (Témiscamingue, Qué.)
   41. Ind. James MacLaren (Thurso, Qué.)
   49. Scott Maritimes (Nev Glasgov, N.-É.)

   Il a été établi comme prioritaire de prélever d'autres échantillons pour confirmer l'absence de contamination des sédiments. Même si l'étude n'a pas permis de détecter une contamination, il est recommandé d'étudier de plus près les sédiments de fond pour situer les zones de dépôts renfermant des particules fines et de faire d'autres analyses des contaminants à proximité de ces usines.

2) **La contamination "n'est pas détectée" ou le niveau de contamination est "faible" et les particules fines sont présentes dans l'échantillon en proportion importante (> 20 %).**

Dans un tel scénario, l'interprétation des résultats n'est pas définitive. Il faut une meilleure compréhension des conditions hydrauliques et géomorphologiques spécifiques au site et (ou) prélever d'autres échantillons pour confirmer les résultats observés et les niveaux de contamination signalés. Il faut considérer les facteurs suivants avant de tirer des conclusions qui pourraient s'avérer erronées.

La fonte des neiges au printemps, les fortes chutes de pluies occasionnelles et le contrôle du débit de l'eau au niveau des barrages peut causer de l'érosion ou la remise en suspension de sédiments récents dans le secteur de dépôt. Les échantillons de sédiments prélevés peuvent ne pas être représentatifs de la contamination récente. La couche superficielle des sédiments de fond peut être érodée, et les substances qui la composent peuvent être déplacées ou transportées ailleurs. Des particules fines peuvent également se retrouver à un endroit ou elles sont soumises à des processus de dégradation. En outre, il faut vérifier que les sites d'échantillonnage sont sous l'influence du panache de l'effluent. Il faut tenir compte des effets de la dilution (distance entre le site et l'usine, apport des affluents, section des marées).

Les facteurs susmentionnés peuvent avoir un effet sur la représentativité des résultats et, vu le **petit nombre d'échantillons disponibles par emplacement**, ils rendent l'interprétation difficile. Il reste certains doutes concernant la validité des résultats pour certains sites.

Le scénario ci-dessus peut être appliqué aux emplacements d'échantillonnage suivants :

21, 22, 23. Usines des prairies
33. C.P. Forest Products (Thunder Bay, Ont.)
36. Cascades (Jonquière, Qué.)
40. Donohue (St-Félicien, Qué.)
43. Les Papiers Fins Domtar (Windsor, Qué.)
46. Irving P&P (Saint John, N.-B.)
47. Atholville P&P (Atholville, N.-B.)
48. Fraser (Edmundston, N.-B.)
50. Stora Forest (Port Hawkesbury, N.-É.)

Dans les deux premiers scénarios (16 sites), nous avons conclu que la base de données disponible n'était pas suffisante pour exclure la possibilité que d'autres secteurs pourraient être davantage contaminés. Nous recommandons de prélever d'autres échantillons à ces sites pour obtenir des données additionnelles dans le cadre de l'étude. Cela s'applique particulièrement aux secteurs où les

études de la contamination des poissons ainsi que des mollusques et crustacés ont révélé la présence de dioxines et de furanes (Santé et Bien-être social Canada, voir la discussion à la section 5.0).

3) **La contamination des sédiments est "intermédiaire", "élevée" ou "très élevée" et les particules fines sont en faible proportion (< 20 %).**

La contamination actuelle des sites où l'on a observé de tels résultats pourrait être plus grave que celle révélée par la présente étude. En partant de l'hypothèse qu'il y a une corrélation directe entre les particules fines et le niveau de contamination, les secteurs où les sédiments sont caractérisés par une proportion plus élevée de particules fines pourraient renfermer des concentrations de dioxines et de furanes plus élevées que celles qui ont été observées dans le cadre de la présente étude.

Cette situation a été observée aux emplacements suivants :

3. C.P. Forest Products (Gold River, C.-B.)
4. Weyerhaeuser (Kamloops, C.-B.)
7. MacMillan Bloedel (Nanaimo, C.-B.)
9. Canfor Products (Port Mellon, C.-B.)
27. E.B. Eddy (Espanola, Ont.)
31. Fraser (Thorold, Ont.)
42. Stone Consolidated (Trois-Rivières, Qué.)

Par conséquent, pour obtenir des données précises permettant d'établir le niveau de contamination des sédiments à ces emplacements, il faut effectuer d'autres prélèvements et d'autres analyses. Toutefois, il n'est pas aussi prioritaire de confirmer ces résultats que ceux portant sur les scénarios 1 et 2.

4) **La contamination des sédiments est "intermédiaire", "élevée" ou "très élevée" et les particules fines sont en proportion élevée (> 20 %).**

Ce scénario s'applique à 20 cas où la validité des données de contamination et de l'interprétation est assortie d'un meilleur niveau de confiance. Il s'agit des emplacements 2, 6, 11, 12/13, 14, 15, 16, 17, 20, 25, 26, 29, 30, 32, 37, 38, 39, 44 et 45.

Aux emplacements 8 (Port Alberni), 10 (Powell River), 28 (Fort France) et 51 (Port Alice), aucun résultat sur la distribution granulométrique n'est disponible. Des études détaillées ont été amorcées dans des emplacements situés sur la côte de la Colombie-Britannique où la pêche a été interdite; ces études fourniront des résultats additionnels concernant la contamination des sédiments.

4.3 ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

L'annexe D présente les données d'assurance de la qualité (AQ) et de contrôle de la qualité (CQ) de même qu'une évaluation et une interprétation en profondeur des résultats. Comme il est indiqué dans la discussion sur l'AQ et le CQ, certains facteurs limitent l'interprétation des résultats d'AQ et de CQ : les échantillons de CQ inadéquats, les niveaux inadéquats d'enrichissement par des substances de référence et les données insuffisantes pour établir la compétence des laboratoires participants. Par conséquent, les résultats d'AQ et de CQ sont considérés acceptables en partie seulement. Les observations suivantes s'appliquent à cette partie du programme :

1) Dans le cas des échantillons de CQ renfermant de faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD, les différences considérables entre les limites de détection des laboratoires et les écarts importants de la valeur établie indiquent que les données fournies par les laboratoires privés pourraient être moins exactes et non comparables dans certains cas. Dans le cas des faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDF, l'exactitude et la comparabilité des résultats semblent légèrement meilleures, mais nous ne disposons pas de données suffisantes pour conclure au sujet de la qualité de ces analyses.

2) Aux concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF égales ou supérieures à 100 pg/g, la performance des laboratoires dans leurs dosages est considérée acceptable; l'exactitude et la comparabilité des résultats sont bonnes (± 20 %).

3) Dans le cas des autres groupes de congénères de dioxines et de furanes (penta à octachlorés) la variation interlaboratoire (± 50 %) est plus grande et les valeurs aberrantes sont plus nombreuses.

Il faut insister sur le fait que les résultats d'AQ et de CQ ont une influence considérable sur le traitement des données et sur les conclusions que l'on peut tirer du programme de vérification de la contamination des sédiments. Les résultats d'AQ/CQ et l'interprétation sont fournis en annexe à la fin du rapport. Le lecteur est prié de prendre connaissance de l'information fournie dans cette section car il s'agit d'un élément important du programme.

5.0 DISCUSSION

La discussion qui suit a pour but de faciliter l'interprétation des résultats.

AQ/CQ et résultats des dosages

Il a été établi que les données d'AQ/CQ sont insuffisantes dans la présente étude (chapitre 4.3 et annexe D) et ne permettent d'accorder qu'une confiance partielle dans la validité des résultats des dosages. Il est impossible d'évaluer la validité du dosage de la 2,3,7,8-T_4CDD par des laboratoires privés lorsque les concentrations étaient faibles (de la limite de détection à 50 pg/g). Comme l'ont montré d'autres études d'AQ/CQ (Stokker et Chau, comm. pers., 1990; Chiu et coll., 1989), la variabilité des résultats est importante aux faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD. Il ne serait donc pas pertinent de tenter d'établir des distinctions entre les niveaux de contamination à des sites différents ou à des usines différentes étant donné la gamme de valeurs obtenues dans cette étude (de la limite de détection à 67 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD). Étant donné le peu de connaissances que nous avons actuellement à propos de l'importance du transfert des dioxines présentes dans les sédiments vers le biote aquatique, il est fortement recommandé d'obtenir des données précises et fiables dans les concentrations voisines de la limite de détection puisque aucun niveau de contamination reconnu comme sans danger pour l'écosystème aquatique n'a été déterminé.

Les résultats ont montré que les sédiments ne sont pas contaminés par la 2,3,7,8-T_4CDD à des concentrations supérieures à 100 pg/g. Des données plus fiables d'AQ/CQ corroborent cette observation. Il est bon de se rappeler dans l'évaluation des résultats pour les autres congénères de dioxines et de furanes que les études d'AQ/CQ ont révélé régulièrement des fluctuations de l'ordre de ± 50 % entre les divers laboratoires.

Le calcul des équivalents de toxicité pourrait avoir donné lieu à des surestimations. On a accepté comme postulat que toutes les dioxines et tous les furanes étaient substitués en 2,3,7,8, la forme la plus toxique. Il faudrait prendre des dispositions pour obtenir des résultats complets pour les congénères de chaque série homologue de dioxines et de furanes. De tels résultats permettraient de faire une estimation plus précise de l'équivalent de toxicité.

Protocole d'échantillonnage

Les échantillons n'ont pas été prélevés de façon uniforme, si on en juge par les rapports sur le terrain fournis par le personnel chargé du prélèvement des sédiments (bureaux régionaux ou provinciaux). L'interprétation du protocole d'échantillonnage, les contraintes de temps et l'accessibilité aux sites ont occasionné des différences qui pourraient avoir influencé la qualité des données.

Une partie de l'échantillonnage a été menée en 1985, 1986 et 1987 soit avant la formation du Groupe de travail sur les dioxines et l'élaboration de protocoles. Il a été dificile d'intégrer les données en un rapport car les échantillonnages n'ont pas été tous réalisés de façon uniforme.

En Colombie-Britannique (usines dans les terres), on a retenu les premiers 3 à 4 cm de l'échantillon de sédiment. La Colombie-Britannique a terminé ses prélèvements avant que le protocole de l'étude nationale sur les dioxines ne soit établi. Dans d'autres régions (région de l'Atlantique et Environnement Ontario), on a prélevé le premier centimètre comme il est précisé dans le protocole d'échantillonnage (on suppose que le protocole d'échantillonnage a été suivi dans les autres régions également). Une attention particulière doit être portée à la profondeur de prélèvement de l'échantillon. Les sédiments situés à une profondeur supérieure à 1 cm peuvent être plus ou moins contaminés car ils représentent une longue période d'accumulation et, selon le volume homogénéisé, ils peuvent en fait diluer les sédiments plus récents dans un échantillon. Ce facteur peut être un élément significatif dans l'interprétation des résultats des dosages d'un site à l'autre.

Dans le protocole d'échantillonnage, on a proposé de prélever et de composer trois échantillons instantanés dans chacun des trois sites, en partie à cause des restrictions concernant le nombre d'échantillons pouvant être analysés. On a observé des différences entre les ensembles d'échantillons reçus des régions. Par exemple, dans la région de l'Atlantique, chaque échantillon représentait trois échantillons instantanés prélevés à chaque site. Ces différences peuvent avoir un effet sur la représentativité des résultats.

En ce qui concerne les contraintes liées au nombre d'échantillons qui ont été présentés, il est évident que cette étude ne permet pas d'évaluer la variabilité spatiale et la validité des niveaux de contamination.

On doit bien comprendre que les régions de l'Atlantique, du Québec et des Prairies ont suivi les instructions indiquées au programme concernant le nombre d'échantillons à soumettre pour l'analyse. L'explication des disparités observées entre les régions concernant le nombre d'échantillons présentés pour chaque usine (par ex. l'Ontario a présenté un échantillon prélevé en amont et trois en aval alors que le Québec n'a présenté qu'un seul échantillon prélevé en aval) dépasse le cadre du présent rapport. Toutefois, le protocole d'échantillonnage est certainement source de limitations et de difficultés importantes dans la réalisation de l'objectif de l'étude, soit la vérification de la contamination des sédiments. La représentativité des résultats doit être établie et il est essentiel de faire des comparaisons valides. Il n'est pas possible de tirer de nombreuses conclusions à partir d'un seul site d'échantillonnage en aval. La présence de niveaux de contamination élevés et très élevés en Ontario et en Colombie-Britannique peut ne représenter en fait qu'un artefact dû au protocole d'échantillonnage.

Caractéristiques des eaux réceptrices et variabilité du site

Les systèmes riverains, lacustres et marins sont affectés par différents facteurs qui régissent le processus de sédimentation. Le devenir et le transport d'un composé chimique dans le milieu aquatique sont déterminés par les propriétés physiques et chimiques de ce composé, les caractéristiques des eaux réceptrices et les mécanismes de dégradation. Les variations locales des sites sont déterminantes dans le processus; elles influencent le devenir et le transport des contaminants (NCASI, 1989).

La circulation de l'eau dépend des vents, des crues, des différences de salinité et de densité (mélange des eaux douces et salées), des courants de marée et du type de sédiments en suspension transportés.

Les sites côtiers sont soumis à diverses conditions : la topographie inégale du fond, les canaux environnants et la profondeur variable de l'eau donnant des motifs de marées et de courants de complexité variable. Dans les sites marins et estuariens, des paramètres comme les courants de marée, l'apport d'eau douce, les courants locaux dirigés vers le large, l'halocline (différences de densité), les différences de température, les lieux enfermés dans les terres ou les différences entre les courants en profondeur et les courants en surface peuvent avoir un impact considérable sur le mélange et le transport des sédiments. Dans les cours d'eau, le volume et la vélocité des eaux influencent la charge, le mélange et le transport des sédiments et des contaminants qui y sont associés. Le débit d'un cours d'eau peut varier énormément entre deux sites. On a montré que les lacs peuvent emprisonner de nombreuses particules de sédiments dans leur lit.

Le processus de sélection nécessaire au prélèvement d'un échantillon représentatif exige donc une bonne connaissance des caractéristiques particulières du système, sinon des conclusions erronées peuvent être tirées à propos du niveau de contamination.

Le transport riverain des contaminants peut être dominé par les sédiments en suspension. Une étude de Merriman (1988), sur la rivière Rainy (Ontario) ayant comme objectif de déterminer la présence de composés organiques (notamment les dioxines et les furanes) dans la rivière et au niveau des effluents des usines de pâtes et papiers (Boise Cascade Corporation) situées à Fort France et à International Falls (à la source de la rivière) a indiqué, pour la première fois, la présence de 2,3,7,8-T_4CDD dans une matrice de la rivière Rainy autre que les poissons. La 2,3,7,8-T_4CDD était présente dans la fraction des matières en suspension à des concentrations pouvant atteindre 11,5 pg/g à 5 km en aval des usines. La O_8CDD était présente à des concentrations de 149 pg/g et de 42 pg/g à deux sites situés respectivement à 5 km et 125 km en aval.

Lorsque le débit est élevé, il faut élaborer soigneusement une stratégie précise de prélèvement des sédiments dans le lit car les poches de sédiments y sont rares.

Sources de dioxines et de furanes

Les CDD et les CDF sont des contaminants présents à l'état de traces dans le pentachlorophénol (PCP), un agent de conservation du bois, et se forment dans les usines de pâtes et papiers qui utilisent des procédés de blanchiment au chlore (Environnement Canada, 1990). Des formulations de pentachlorophénol sont utilisées depuis plusieurs décennies au Canada pour conserver le bois de charpente destiné à l'exportation. Les sources les plus importantes de CDD dans le milieu aquatique en Colombie-Britannique sont les chlorophénols (Elliot et coll., 1988). Les chlorophénols renferment une foule de CDD et de CDF (Hagenmaier et Brunner, 1987). Des copeaux de bois contaminés par des chlorophénols ont également été utilisés dans les usines de pâtes et papiers.

Des études récentes de l'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (Berry et coll., 1989) ont indiqué que les pâtes fabriquées à partir de copeaux de bois contaminés par des PCP renferment certains CDD constitués principalement de H_6CDD et d'un peu de H_7CDD et de O_8CDD. Les études ont également montré que les antimousses et les additifs de lavage utilisés dans les usines de pâtes et papiers pourraient servir de précurseurs à la formation des dioxines et des furanes. Les dioxines et les furanes sont des composés chlorés qui proviennent de la chloration de précurseurs tels les dibenzodioxines et les dibenzofuranes que l'on a décelés à l'état de traces dans la pâte non blanchie (ils peuvent également provenir de réactions chimiques intervenant dans la chloration directe de la lignine). En particulier, on a établi que la 2,3,7,8-T_4CDD, le 2,3,7,8-T_4CDF et la 1,2,7,8-T_4CDD sont des espèces prédominantes dans les effluents et les boues de pâtes et papiers (Berry et coll., 1989).

Les concentrations de dioxines et de furanes ainsi que le degré de chloration varient d'une usine à l'autre. On a établi que les usines de pâtes et papiers Kraft produisent de la 2,3,7,8-T_4CDD et du 2,3,7,8-T_4CDF dans le procédé de blanchiment au chlore (Clement et coll., 1989; Amendola et coll., 1989; Kringstad et McKague, 1988). Les rapports 2,3,7,8-T_4CDF/2,3,7,8-T_4CDD étaient constants dans une usine en particulier, mais ils variaient beaucoup d'une usine à l'autre. Ces études ont en commun la prédominance du 2,3,7,8-T_4CDF sur la 2,3,7,8-T_4CDD; on retrouvait souvent plus de cinq fois du premier composé.

Une étude de caractérisation des effluents des usines de pâtes et papiers canadiennes utilisant le blanchiment au chlore a été menée au début de 1989 par l'Association canadienne des producteurs de pâtes et papiers dans le cadre de prélèvements à la recherche de dioxines. Les concentrations de dioxines et de furanes dans les échantillons composites d'effluents ont été comparées aux résultats obtenus dans le cadre du programme d'étude des sédiments. Les données relatives aux rejets confirment certains des résultats obtenus sur la qualité des sédiments:

- Comme l'indique le tableau 7, les usines sur la côte se distinguent principalement de celles situées dans les terres par les charges de contaminants qu'elles rejettent; les usines côtières libèrent de plus grandes quantités de dioxines et de furanes dans le milieu aquatique que les usines situées à l'intérieur des terres (au total 7 300 par année contre 1 390 par année). Les résultats relatifs aux sédiments reflètent cette tendance.

Tableau 7. Masse totale (grammes par année) de dioxines et de furanes dans les effluents des usines de pâtes et papiers (tiré de CPPA, 1989).

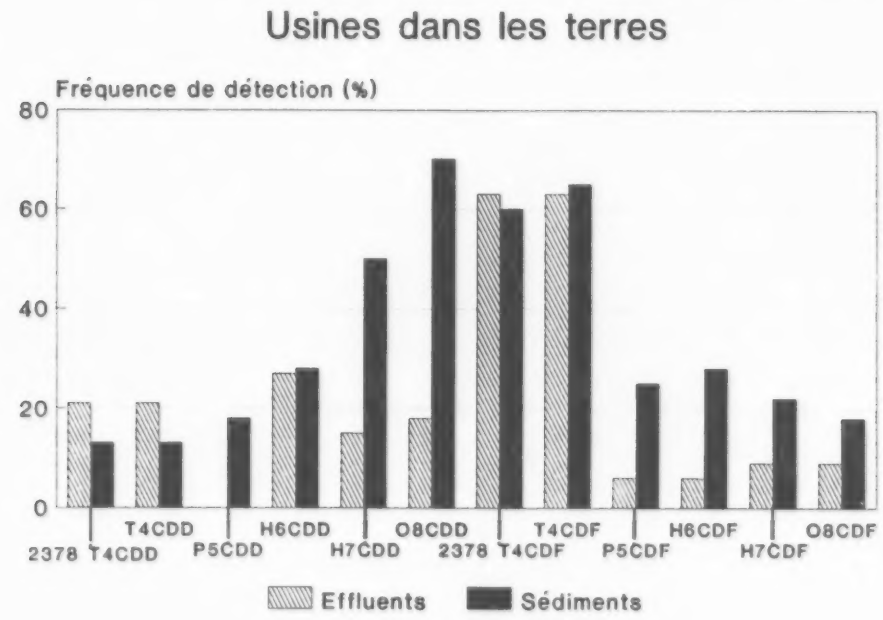
Congénères	Usines sur la côte	Usines dans les terres
2,3,7,8-T_4CDD	19.7	25.3
T_4CDD	257.7	25.3
P_5CDD	249.5	0.0
H_6CDD	3453.7	593.5
H_7CDD	207.0	167.6
O_8CDD	219.8	53.1
2,3,7,8-T_4CDF	1095.1	314.3
T_4CDF	1844.1	509.1
P_5CDF	53.2	3.1
H_6CDF	3.6	16.8
H_7CDF	311.4	9.9
O_8CDF	716.7	14.1
TOTAL	7300	1390

- Dans la figure 9, les dioxines et les furanes sont plus souvent détectés dans les effluents des usines situées le long de la côte que dans ceux des usines situées dans les terres. Les effluents des usines côtières sont contaminés par un mélange de CDD et de CDF. La contamination est détectée à des fréquences similaires et les tendances sont semblables dans les sédiments et les effluents.

- Une fréquence élevée de dioxines faiblement chlorées et de dioxines hautement chlorées (notamment les H_6CDD) dans les effluents des usines et les sédiments en milieu côtier indique des sources multiples de contamination (chlorophénols, copeaux de bois contaminé et procédés de blanchiment).

- Comme l'illustre la figure 10, les groupes de congénères que l'on retrouve principalement dans les sédiments ne correspondent pas à ceux que l'on retrouve dans les effluents des usines. La distribution des dioxines et des furanes n'est pas la même dans les sédiments et les effluents.

Figure 9. COMPARAISON DE LA DÉTECTION DE DIOXINES ET DE FURANES MESURÉES DANS LES EFFLUENTS DES USINES DE PÂTES ET PAPIERS ET LES SÉDIMENTS



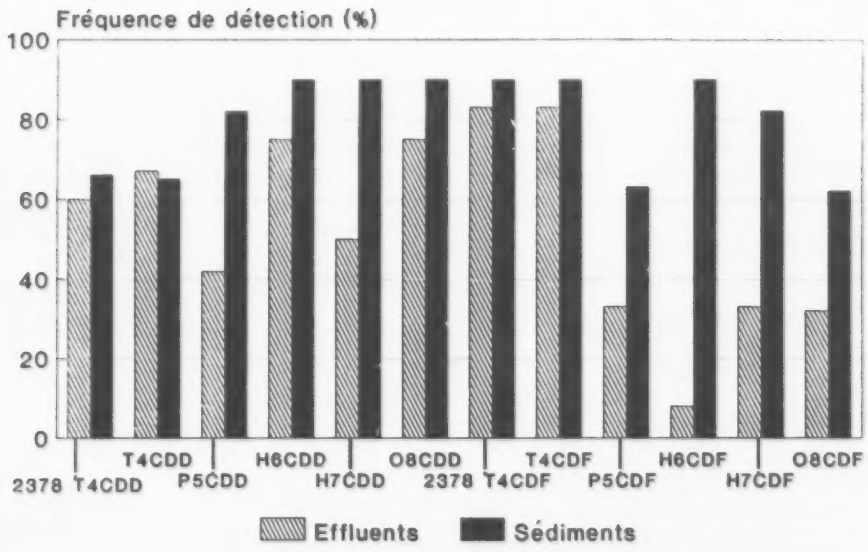
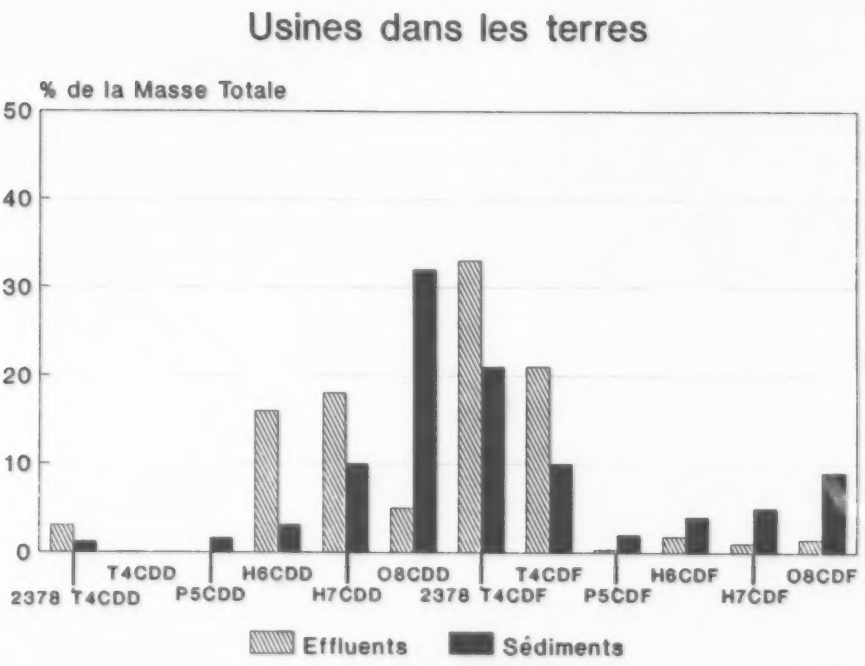
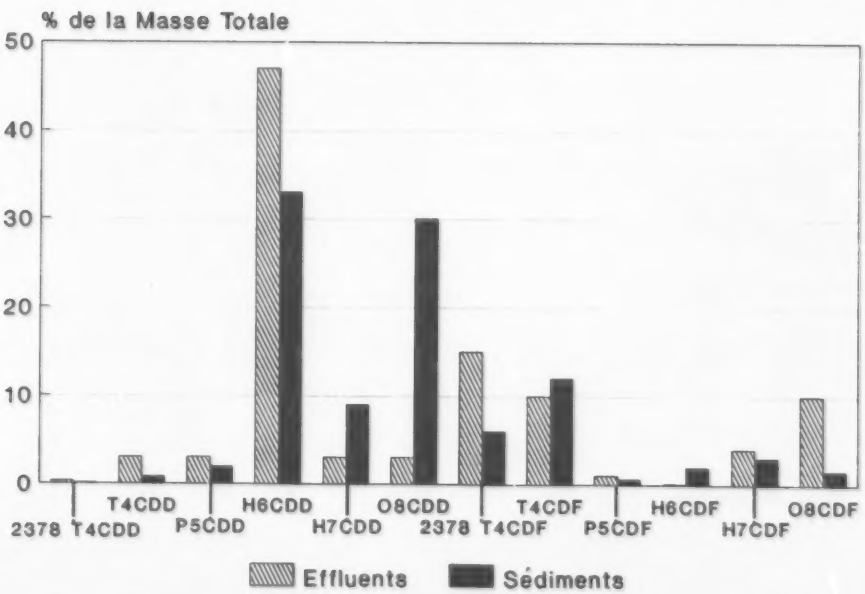


FIGURE 10. DISTRIBUTION DE LA CONTAMINATION DES EFFLUENTS DES USINES DE PÂTES ET PAPIERS ET DES SÉDIMENTS PAR LES DIOXINES ET LES FURANES





L'exercice comparatif précédent basé sur des données provenant de l'analyse des effluents et de la détermination de la qualité des sédiments n'est valable que pour se faire une idée d'ensemble. La comparaison directe de données (propres à un site) provenant des deux parties du programme pourrait donner lieu à des conclusions erronées. Les données provenant de l'analyse des effluents donne un tableau instantané basé sur une seule étude. Dans certains cas, les données ne correspondent pas aux concentrations actuelles de dioxines et de furanes parce que les procédés ont été modifiés depuis l'étude. Plusieurs usines ont déjà installé de nouvelles technologies et ont pris des mesures (antimousses de composition différente, utilisation de copeaux de bois non contaminés) pour purifier et contrôler les rejets de dioxines et de furanes et pour réduire la quantité de chlore utilisée dans les procédés. Par ailleurs, les résultats relatifs aux sédiments peuvent illustrer un dépôt cumulatif de contaminants rejetés par les usines pendant plusieurs années ou, dans d'autres cas, une méthode inadéquate de prélèvement des sédiments a pu avoir un effet sur la représentativité des résultats.

Les exemples suivants illustrent les observations précédentes et témoignent du fait que les deux parties du programme comportent des limitations notables lorsqu'il s'agit de déceler une contamination.

- À Campbell River (Fletcher Challenge Canada, C.-B.), les sédiments présentaient de faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDF alors que les effluents, selon les données obtenues, renfermaient des concentrations relativement élevées de 2,3,7,8-T_4CDF et de H_6CDD (parmi les plus élevées).

- À New Glasgow (Scott Maritimes, Nouvelle-Écosse), la présence de 2,3,7,8-T_4CDF et de O_8CDD dans les effluents n'est pas corroborée par les données provenant de l'analyse des échantillons de sédiments prélevés dans le détroit de Northumberland.

- À Thurso, la présence de H_6CDD dans l'effluent (Industries James MacLaren) n'est pas corroborée par les données provenant de l'analyse des sédiments prélevés dans la rivière des Outaouais.

- Les sédiments prélevés près de l'usine de Kimberlay Clark (Terrace Bay, Lac Supérieur) indiquent une contamination très élevée à en juger par les EQT et une concentration très élevée de 2,3,7,8-T_4CDF de même que la présence de 2,3,7,8-T_4CDD, de H_7CDD, de O_8CDD, de P_5CDD, de H_7CDF et de O_8CDF. Dans l'effluent, on n'a détecté que le 2,3,7,8-T_4CDF et la O_8CDD.

- À Cranbrook (Crestbrook Forest Industries, Colombie- Britannique), les EQT dans les sédiments prélevés dans la rivière Kootenay étaient très élevés alors qu'aucun congénère de dioxines et de furanes n'a été détecté dans les effluents.

En conclusion, l'absence de concentrations mesurables de dioxines et de furanes dans les effluents ne semble pas garantir que les sédiments sont de bonne qualité et qu'ils sont exempts de contamination.

Toutefois, la présence de dioxines et de furanes dans un effluent pourrait indiquer une contamination éventuelle des sédiments, même si aucune corrélation directe ne peut être établie entre la qualité des sédiments et la concentration des contaminants dans l'effluent. C'est pourquoi il serait approprié de faire d'autres évaluations aux emplacements suivants : 1, 21, 22, 23, 34, 36, 39, 40, 41, 43 et 46.

Concentration des dioxines et des furanes dans les poissons, les crustacés et les mollusques

Cette partie du programme d'échantillonnage relatif aux dioxines est maintenant essentiellement terminée. Des échantillons de poissons, de mollusques et de crustacés prélevés à proximité de toutes les usines de pâtes et papiers Kraft canadiennes utilisant un procédé de blanchiment ont été prélevés et expédiés aux laboratoires participants (Santé et Bien-être social Canada, juillet 1989). Les données concernant la contamination des poissons, des crustacés et des mollusques ont été obtenues de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, du Manitoba, de la Saskatchevan et du Québec. Des échantillons provenant des Maritimes ont été vérifiés par Santé et Bien-être social Canada. Les échantillons du Québec sont en train d'être préparés pour être soumis à une vérification par Santé et Bien-être social Canada. L'analyse des données pour les échantillons de l'Ontario est en cours. D'autres prélèvements sont en cours en Colombie-Britannique, en Ontario, au Québec, au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse.

Ces données peuvent nous aider à interpréter les résultats du programme d'échantillonnage des sédiments. La demi-vie des dioxines et des furanes est longue (Environnement Canada, 1990) dans les tissus biologiques où ils s'accumulent avec le temps. La comparaison des données sur les poissons et des données sur les sédiments à un site donné dépasse le cadre du présent rapport. Toutefois, certains exemples peuvent servir à illustrer comment les deux programmes se complètent, soit pour confirmer le niveau de contamination d'un site soit pour indiquer la nécessité d'autres prélèvements de sédiments et dosages en vue d'obtenir un tableau complet de la contamination.

- Santé et Bien-être social Canada a émis un communiqué, en juillet 1990, conseillant de limiter la consommation de certains poissons d'eau douce en Alberta. Des concentrations élevées de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF avaient été observées chez trois espèces de poissons (le ménomini de montagnes, la lotte et l'omble à tête plate) que l'on retrouve dans la rivière Athabasca près de Hinton. Des concentrations élevées de ces substances ont également été observées chez le ménomini de montagnes dans la rivière Wapiti près de Grande Prairie. Les poissons de la rivière Athabasca ont été capturés en aval de l'usine de la Welwood Pulp (15 à 20 km) et ceux de la rivière Wapiti ont été

capturés en aval de l'usine de la Proctor and Gamble (1 à 10 km). Les données sur les sédiments ont révélé un faible niveau de contamination par le 2,3,7,8-T_4CDF (36 pg/g) dans l'échantillon 21B prélevé à moins de 12 km en aval de l'usine située sur la rivière Wapiti. Aucune contamination n'a été décelée dans les échantillons de sédiments prélevés dans la rivière Athabasca ou le lac Athabasca.

- Les gouvernements fédéral et provincial ont émis en mai 1989 un communiqué conseillant de limiter la consommation de certains poissons d'eau douce capturés près de certaines usines situées à l'intérieur des terres en Colombie-Britannique. Les analyses des échantillons de poissons indiquaient des concentrations détectables de 2,3,7,8-T_4CDD. Les sédiments prélevés dans les mêmes secteurs ont indiqué des concentrations en decà de la limite de détection (moins de 15 pg/g).

- Des données sur les poissons, les coquillages et les crustacés de la côte de la Colombie-Britannique (Santé et Bien-être Social Canada, novembre 1989) indiquaient des concentrations élevées de dioxines et de furanes à huit des onze sites étudiés. Dans la plupart des cas, l'analyse des sédiments corrobore ces observations en ce qui a trait à la 2,3,7,8-T_4CDD et au 2,3,7,8-T_4CDF. Les concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD dans les sédiments prélevés à Powell River (10A), à Gold River (3B) et à Harmac (7B) étaient très faibles (5, 2 et 4 pg/g respectivement). Cela peut indiquer que des niveaux très faibles de contamination des sédiments révèlent un problème de contamination important. Des données valides (AQ/CQ) sont essentielles à de si faibles concentrations étant donné les faibles limites de détection requises. Des études de base ont déjà été entreprises dans plusieurs des sites sus-mentionnés.

- Au Québec, des sédiments provenant de Lebel-sur-Quévillon (Produits des Pâtes et Papiers Domtar) étaient contaminés par la 2,3,7,8-T_4CDD, le 2,3,7,8-T_4CDF et le P_5CDF; la concentration de 2,3,7,8-T_4CDD enregistrée était parmi les plus élevées de l'étude (43 pg/g). Des meuniers noirs capturés dans la rivière Bell présentaient de faibles concentrations de dioxines et de furanes qui ne sont pas considérées comme dangereuses pour la santé (Gouvernement du Canada, avril 1990).

- Un communiqué conseillant de limiter la consommation de barbottes brunes a été émis pour la région de La Tuque (Rivière St-Maurice, Québec) à cause de concentrations élevées de 2,3,7,8-T_4CDD dans ce poisson. Les sédiments renfermaient de très faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD (5 pg/g) (Gouvernement du Canada, avril 1990).

La distribution générale des dioxines et des furanes dans les sédiments contraste énormément avec le profil de congénères retrouvé dans le biote, où les dérivés tétrachlorés, et non les dérivés hexa à octachlorés, prédominent (Servos, 1988). Il en va de même des données concernant les dioxines et les furanes provenant de l'échantillonnage relatif aux dioxines dans les poissons et les sédiments. Les propriétés chimiques et physiques des contaminants peuvent nous aider à expliquer cette différence. Le coefficient de partage octanol-eau (K_{oe}) pour les dioxines augmente avec le nombre d'atomes de chlore dans la molécule (Shiu et coll., 1988). Par conséquent, on peut s'attendre à ce que les congénères renfermant plus d'atomes de chlore soient plus rapidement concentrés dans le biote aquatique (Servos, 1988). Toutefois, on a montré que le facteur de bioconcentration des CDD et d'autres composés hyperlipophiles diminue lorsque la valeur de log K_{oe} > 6,4 (Muir et coll., 1985). On a émis l'hypothèse que les mécanismes de sorption sur la matière organique dissoute, l'augmentation de la taille moléculaire ou des phénomènes d'empêchement stérique ainsi que la diminution de la solubilité (Muir et coll., 1985; Opperhuizen et coll., 1985; Gobas et Mackay, 1987) pourraient expliquer la diminution de la bioconcentration des congénères les plus hautement chlorés. La grande affinité des CDD, notamment les congénères les plus lipophiles (O_8CDD), pour la matière organique peut limiter leur concentration en solution dans la colonne d'eau et réduire leur biodisponibilité dans le milieu aquatique (McCarthy et coll., 1985; Servos, 1988).

Il est important de mieux comprendre la dynamique environnementale des congénères autres que la 2,3,7,8-T_4CDD pour évaluer les dangers que peuvent présenter les CDD et les CDF dans les milieux aquatiques (Baumann et coll., 1988). Même si les dioxines et les furanes les plus hautement chlorés se sont révélés moins toxiques (à en juger par les EQT) et moins biodisponibles, la concentration élevée et la plus grande capacité de rétention (Servos, 1988) de ces congénères dans les sédiments aquatiques signifient que les sédiments contaminés pourront servir de sources de CDD pour le milieu et le biote longtemps après que les apports auront été réduits ou éliminés.

Le fait qu'on observe de très faibles concentrations ou des concentrations non détectables de 2,3,7,8-T_4CDD dans les sédiments et des concentrations détectables chez les poissons peut s'expliquer par un phénomène de transfert par la chaîne alimentaire (bioamplification) (Servos, 1988; Muir et Yarechevski, 1988). Il est plausible que de très faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD s'amplifient dans la chaîne alimentaire jusqu'à devenir détectables chez les poissons, même si la concentration est très faible dans les sédiments. Cette hypothèse a des implications importantes pour la détermination de la limite de détection requise dans le programme de surveillance comme il a été indiqué dans les exemples précédents. Huit des dix emplacements où la 2,3,7,8-T_4CDD a été détectée dans les sédiments (sites 2, 3, 7, 8, 9, 10, 14, 17, 37 et 38) ont fait l'objet de communiqués sur la consommation des poissons ou des coquillages et des crustacés par

Santé et Bien-être social Canada. **Par conséquent, les niveaux de détection des contaminants dans les sédiments sont actuellement trop voisins des concentrations menant à la fermeture des pêches.** Nous ne disposons pas de données pour l'Ontario (sites 26, 28 et 32).

6.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les concentrations de dioxines et de furanes dans les sédiments de fond étaient inférieures à la limite de détection à la plupart des sites situés en amont des usines. En aval des usines situées à l'intérieur des terres et à proximité des usines sur la côte, la contamination des sédiments par les dioxines et les furanes variait d'une usine à l'autre. Les sédiments étaient contaminés par au moins un des congénères de dioxines ou de furanes à 95 % des usines. Une proportion élevée des usines (70 %) présentaient des concentrations de 2,3,7,8-T_4CDF variant de 10 à 3 179 pg/g; la 2,3,7,8-T_4CDD a été détectée dans les sédiments prélevés à proximité de treize usines (25 %); à cinq usines, les concentrations dans les sédiments variaient entre 17 et 67 pg/g; à huit autres usines, des concentrations de 2 à 15 pg/g ont été mesurées.

Les échantillons contaminés provenant de chaque site ont été évalués à l'aide d'un système de classement de la contamination basé sur les équivalents de toxicité. Les calculs d'EQT peuvent avoir donné lieu à une surestimation de la contamination. Le niveau de contamination était élevé à plusieurs sites.

Les sédiments prélevés aux sites des usines situées le long de la côte de la Colombie-Britannique étaient caractérisés par un degré de contamination beaucoup plus élevé et un mélange plus complexe de congénères de dioxines et de furanes que les sédiments prélevés aux sites des usines situés dans les terres. Les échantillons de sédiments prélevés près de la côte sont contaminés par des dioxines et des furanes tétra à octachlorés. Par contre, les sédiments prélevés dans les cours d'eau intérieurs ne présentaient que deux congénères prédominants, soit des dibenzodioxines octachorées et des dibenzofuranes tétrachlorés. Le profil de dioxines et de furanes dans les sédiments prélevés le long de la côte indique des sources multiples de contamination (chlorophénols, copeaux de bois contaminés par des PCP et procédés de blanchiment).

L'objectif du programme était d'obtenir des données sur la contamination des sédiments de fond par les dioxines et les furanes rejetés par les usines de pâtes et papiers utilisant un procédé de blanchiment au chlore. L'objectif n'a été que partiellement atteint. Les données utilisées dans le présent rapport nous ont été fournies dans le cadre d'un programme qui ne permettait pas de faire une étude poussée à chaque usine à cause du coût élevé des dosages. Il faut bien garder à l'esprit que les bureaux régionaux ont suivi les instructions du Programme concernant le nombre d'échantillons qu'ils pouvaient présenter. Il a été difficile d'intégrer les données en un rapport car les échantillonnages n'ont pas été réalisés de façon uniforme. Dans bien des cas, la qualité des données a été jugée inacceptable. Le nombre limité d'échantillons prélevés à chaque site et l'absence de données d'AQ et de CQ pour évaluer la variabilité analytique ont réduit la capacité d'évaluation de la contamination des sédiments par les dioxines et les furanes dans cette étude.

1. **Il est recommandé de prélever un plus grand nombre d'échantillons pour la détermination de la contamination par les dioxines et les furanes dans le but d'obtenir des données sur la variabilité spatiale et d'établir la représentativité des données.**

Le petit nombre d'échantillons nous a empêché de faire une évaluation valable de la représentativité et de la comparabilité des données. D'autres facteurs ont également réduit la valeur de la base de données utilisée dans le présent rapport. Les protocoles suivis sur le terrain n'étaient pas uniformes. Les activités d'AQ/CQ réduites et inadéquates, de même que l'absence d'évaluation continue et le manque de coordination ont donné lieu à de l'incertitude concernant l'exactitude et la comparabilité de certains résultats de l'étude, notamment dans le cas des faibles concentrations (< 100 pg/g) de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF. Une brève étude de la contamination des poissons, des mollusques et des crustacés par les dioxines et les furanes (échantillons prélevés dans le cadre du présent programme) ont révélé que la limite de détection de la 2,3,7,8-T_4CDD dans les sédiments doit être très basse. Il semble que les organismes concentrent préférentiellement les T_4CDD; la détection de dioxines dans les sédiments doit nous mettre en garde contre une contamination possible du biote.

2. **Il est recommandé de mettre en oeuvre un programme sévère d'AQ/CQ portant sur les activités d'échantillonnage et d'analyse dans le but d'obtenir des résultats analytiques fiables et comparables.**

Le choix du site d'échantillonnage est un élément déterminant dans l'obtention d'échantillons présentant les caractéristiques voulues (granulométrie et teneur en carbone organique) pour détecter la contamination par des dioxines et des furanes. Il est évident que les eaux réceptrices et les processus de sédimentation peuvent être très complexes. Dans des conditions si variables, une stratégie d'échantillonnage précise des sédiments de fond exige une planification attentive et une étude des propriétés particulières (géologiques et sédimentologiques) de chaque système.

Dans la présente étude, il n'y avait pas de relation entre la concentration des contaminants et la proportion de particules fines ou la teneur en carbone organique. Nous sommes arrivés à la conclusion que les facteurs géographiques (localisation des sites, conditions hydrauliques et ambiantes) de même que les différences inhérentes aux sources de contaminants étaient plus importants que les caractéristiques des sédiments pour expliquer les variations observées dans les concentrations de dioxines et de furanes. Toutefois, en se basant sur des hypothèses et sur les publications scientifiques, nous avons témoigné peu de confiance dans les niveaux de contamination signalés à plus de 16 sites (section 4.2). Ces secteurs signalés comme étant non contaminés pourraient être quand même contaminés, mais l'échantillonnage n'a peut-être pas été suffisant pour détecter la contamination.

3. **Il est recommandé de faire précéder toute étude future des sédiments d'une évaluation en profondeur des données actuelles sur les processus de sédimentation propres à chaque site de façon à faire un choix judicieux des sites et à élaborer une stratégie d'échantillonnage adéquate. Cela pourrait se faire à l'aide d'évaluations spécialisées, notamment une étude approfondie des propriétés physiques (distribution granulométrique) et chimiques (teneur en carbone organique) des sédiments de fond dans le but de localiser les zones de dépôts. On pourrait envisager de prélever des sédiments en suspension pour obtenir un tableau plus complet de la contamination.**

L'interprétation des relations entre la distribution granulométrique des sédiments et les niveaux de contamination indiquent que d'autres prélèvements doivent être effectués à un certain nombre d'emplacements pour confirmer l'absence de dioxines et de furanes. Nous avons tenté de dresser une liste des emplacements où d'autres échantillons devraient être prélevés en priorité. En outre, nous avons étudié une partie des données sur la contamination des effluents (CPPA, 1989) ainsi que sur la contamination des poissons, des mollusques et des crustacés (Santé et Bien-être social Canada, 1989, 1990) pour confirmer le niveau de contamination observé dans l'étude des sédiments et pour relever les données cohérentes ou incohérentes dans les trois parties du programme.

4. **Il est recommandé de créer un comité pour étudier en même temps et comparer les données fournies par les trois parties du programme (poissons, sédiments et effluents) et pour établir, classer par ordre de priorité et recommander des activités d'échantillonnage dans le cadre du programme national d'échantillonnage relatif aux dioxines. Les chercheurs scientifiques qui participent déjà à l'étude approfondie sur la rivière St-Maurice devraient faire partie de ce comité et aider à l'interprétation des données et à l'élaboration de recommandations (au sujet par exemple d'activités de biosurveillance).**

En résumé, l'étude sur les sédiments nous a fourni des renseignements précieux sur la présence de dioxines et de furanes dans les sédiments de fond, mais très peu d'information sur la représentativité et la variabilité spatiale des données obtenues. Un protocole d'échantillonnage assorti d'une allocation différente des échantillons et un choix plus étendu et plus judicieux des emplacements, basé sur une meilleure connaissance des propriétés sédimentologiques et des caractéristiques des contaminants contribueront à déterminer de façon plus définitive l'impact des rejets des usines de pâtes et papiers sur la contamination des sédiments de fond par les dioxines et les furanes.

RÉFÉRENCES

Agemian, H. 1988. Quality Assurance in the National Water Quality Laboratory. Direction de la qualité des eaux. Centre Canadien de eaux intérieures. Burlington, Ontario.

Alberta Environment, 1988. News Release No.19. Alberta Preliminary Dioxin Results. 20 juillet, 1988.

Allan, R.J. 1985. Influence des substances particulaires sur le sort des contaminants dans les écosystèmes aquatiques. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures. Institut national de recherche en hydrologie. Centre canadien des eaux intérieures. Burlington, Ontario. 137 p.

Amendola, G., D. Blosser, L. Lafleur, A. McBride, F. Thames, T. Tiernon, et R. Whittemore. 1989. The occurrence and fate of PCDDs and PCDFs in five bleached kraft pulp and paper mills. Chemosphere, 18:1181-1188.

Arsenault, R., et G. Howell. 1987. The Water Quality Branch Atlantic Region Field. Quality Assurance/Quality Control Program. Version 2, Direction de la qualité des eaux, Environnement Canada, Moncton, N.-B.

Baumann, P.C., et D.M. Whittle. 1988. The status of selected organics in the Laurentian Great Lakes: an overview of DDT, PCBs, dioxins, furans and aromatic hydrocarbons. Aquat. Toxicol. 11:241-257.

Beak Associates Consulting (C.-B.) Ltd. 1990. Organochlorine Monitoring Program. Canadian Pacific Forest Products Ltd. Gold River, Colombie-Britannique.

Berry, R.M., B.I. Fleming, R.H. Voss, C.E. Luthe, et P.E. Wrist. 1989. Towards preventing the formation of dioxins during chemical pulp bleaching. Pulp and Paper Canada, 90:8.

Chiu, C.H., M.J. Bumbaco, et R.C. Lao. 1989. Interlaboratory comparison studies on the measurement of PCDD/PCDF in pulp and paper matrices. Chemosphere, 19:7-12.

Clement, R.E., et H.M. Tosine. 1989. Analysis of chlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in the aquatic environment. Dans "Analyses of trace organics in the aquatic environment", B.K. Afghan et A.S.Y. Chau (éd.) chapter 5, pp. 151-204. C.R.C. Press Inc. Boca Raton, Florida.

Clement, R.E., C. Tashiro, S. Suter, et D. Hollinger. 1989. Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins (CDDs) and Dibenzofurans (CDFs) in effluents and sludges from pulp and paper mills. Chemosphere 18:1189-1197.

CPPA, 1989. National Mill Dioxin Characterization Survey. Canadian Pulp and Paper Association. New Releases.

DQAC. 1989. Dioxin Quality Assurance Committee. Inter Lab Study 11-Pulp and Paper Matrices Analytical Procedures. Juin 1988.

Eco Logic. 1989. Water Quality Branch. Environment Canada. Sediment Dioxin Analysis. April 20, 1989. Eli Eco Laboratories Inc. Rockwood, Ontario.

Elliot, J.E., R.W. Butler, R.J. Norstrom, et P.E. Whitehead. 1988. Levels of polychlorinated dibenzotoxins and polychlorinated dibenzofurans in eggs of Great Blue Herons (Ardea herodias) in British Columbia, 1983-87: possible impacts on reproductive success. Progress Notes, Service canadien de la faune, No. 176, 7 p.

Elzerman, A.W., et J.T. Coates. 1987. Hydrophobic organic compounds on sediments: Equilibria and Kinetics of Sorption. In: Source and fates of aquatic pollutants, R.A. Hites and S.J. Eisenreich (Eds), American Chemical Society. Washington, Symposium tenu à Chicago, Illinois, 8-13 septembre 1985. pp. 262-315.

Environnement Canada. 1988. Laboratory Procedures for Sediment Analysis, 2nd Edition, Section de l'étude des sédiments, Direction des ressources en eau, Direction générale des eaux intérieures, Ottava, Canada, IWD-HQ-WRB-SS-84-5, 78 p.

Environnement Canada. 1990. Loi Canadienne sur la Protection de l'Environnement. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation N°1. Dibenzodioxines polychlorés et dibenzofurannes polychlorés. 64 p.

Gaskin, J.E. 1988. Quality Assurance Principles and Guidelines for Water Quality Sampling. Direction de la qualité des eaux, Conservation et protection, Environnement Canada, Hull, Québec. 136 p.

Gilbert, R.O. 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring. Van Nostrand Reinhold Company. 320 p.

Gobas, F.A.P.C. et D. Mackay. 1987. Dynamics of hydrophobic organic chemical bioconcentration in fish. Environ. Toxicol. Chem. 6:495-504.

Governement du Canada. Juillet 1990. Mise en garde pour limiter la consommation de certaines espèces de poissons d'eau douce dans des secteurs de l'Alberta. Communiqué 1990-66.

Governement du Canada. Avril 1990. Mise en garde pour limiter la consommation de la barbotte brune de la rivière St-Maurice et du doré de la rivière Mistassini. Communiqué 1990-33.

Hagenmaier, H., et H. Brunner. 1987. Isomer specific analysis of pentachlorophenol and sodium pentachlorophenate for 2,3,7,8-substituted PCDD and PCDF at sub-ppb levels. Chemosphere 16: 1759-1764.

Hatfield Consultants. 1989a. Bottom sediments and biological tissues: a baseline organochlorine contamination survey in Howe Sound. 11 p. + appendices.

Hatfield Consultants. 1989b. Bottom sediment and biological tissues: a baseline organochlorine contamination survey in the marine environment near Skeena Cellulose 11 p. + Appendices.

Hatfield Consultants. 1990a. Effluent receiving water, bottom sediments and biological tissues: A baseline organochlorine contamination survey. Janvier/Février 1990. Fletcher Challenge Canada, Elk Falls Pulp and Paper.

Hatfield Consultants. 1990b. Effluent receiving water, bottom sediments and biological tissues: A baseline organochlorine contamination survey. Janvier/Février 1990. MacMillan Bloedel Limited, Harmac Division.

Hatfield Consultants. 1990c. Effluent receiving water, bottom sediments and biological tissues: A baseline organochlorine contamination survey. Janvier/Février 1990. Fletcher Challenge Canada, Crofton Pulp and Paper.

Hatfield Consultants. 1990d. Effluent receiving water, bottom sediments and biological tissues: A baseline organochlorine contamination survey. Janvier/Février 1990. MacMillan Bloedel Limited, Powell River Division.

Santé et Bien-être Social Canada. 1989. Health hazard assessment of dioxin and furan levels in fish and shellfish from eleven sites on the coast of British Columbia. Direction de la protection de la santé. Novembre 1989.

Horovitz, A.J. 1985. A primer on trace metal-sediment chemistry. United States Geological Survey Water Supply, Paper 2277.

IJC. 1988. Procedures for the Assessment of Contaminated Sediment Problems in the Great Lakes. International Joint Commission. Sediment Subcommittee Windsor, Ontario. 140 p.

Karichkoff, S.W., D.S. Brown, et T.A. Scott. 1979. Sorption of hydrophobic pollutants on natural sediments. Water Research, 13:241-248.

Kringstad, P.K., et A.B. McKague. 1988. Bleaching and the environment. Paper presented at 1988 International Pulp Bleaching Conference. Orlando. TAPPI Press. pp 63-68.

Mah, F.T.S., D.D. MacDonald, S.W. Sheehan, T.M. Tuominen, et D. Valiela. 1989. Dioxins and Furans in Sediment and Fish from the Vicinity of Ten Inland Pulp Mills in British Columbia. Environnement Canada. Conservation et Protection. Direction générale des eaux intérieures. Direction de la qualité des eaux. Région du Pacifique et du Yukon, Vancouver, C.-B.

McCarthy, J.F., B.D. Jimenez, et T. Barbee. 1985. Effect of dissolved humic material on the accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons: structure activity relationships. Aquatic Toxicol. 7:15-24.

Merriman, J.C. 1988. Distribution of organic contaminants in water and suspended solids of the Rainy River. Water Pollution Res. J. Canada Vol. 23, 4:590-600.

Muir, D.C.G., et A.L. Yarechewski. 1988. Dietary accumulation of four chlorinated dioxin congeners by rainbow trout and fathead minnows. Environ. Toxicol. Chem. 7 222-228.

Muir, D.C.G., W.K. Marshall, et G.R.B. Webster. 1985. Bioconcentration of PCDDs by fish: effects of molecular structure and water chemistry. Chemosphere 14:829-833.

NATO. 1988. International Toxicity Equivalency Factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxins and related compounds. Pilot study on international information exchange on dioxins and related compounds. Comité de l'Otan sur les défis de la Société moderne. No. 186. 26 p.

NCASI. 1989. Pulping effluents in the aquatic environment - Part I: A review of the published literature. National Council of the Paper Industry for Air and Stream Improvement. Technical Bulletin No. 572. 245 p.

NWQL. 1989. Method for determination of polychlorinated dioxins and dibenzofurans in fish and sediment (GC-MS). National Water Quality Laboratory dans Mah et al., 1989. Dioxins and furans in sediments and fish from the vicinity of ten inland pulp mills in British Columbia. Direction générale des eaux intérieures, Région du Pacifique et du Yukon, Vancouver, C.-B.

Opperhuizen, A., E.W. Velde, F.A.P.C. Gobas, D.A.K. Liem, J.M.D. Steen, et O. Hutzinger. 1985. Relationship between bioconcentration in fish and steric factors of hydrophobic chemicals. Chemosphere 14:1871-1876.

Rappe. C., P.A. Berggvist, et L.O. Kjeller. 1989. Levels, trends and patterns of PCDDs and PCDFs in Scandinavian environmental samples. Chemosphere, 18:651-658.

River Road Environmental Technology Center. 1987. Dioxins and Furans in Sediment samples Collected in British Columbia. Organic Laboratory Report. Analytical Services Division. 11 p.

RRETC. 1989. A Method for the Analyses of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins (PCDD) and Polychlorinated Dibenzofurans (PCDF) in Ambient Air Samples. Février 1989. Réf. n° CD890201. Environnement Canada. C et P. Division de la Chimie.

Seakem Oceanography. 1989. Analysis of Sediment samples for Dioxins and Furans.

Servos, M.R. 1988. Fate and bioavailability of polychlorinated dibenzo-p-dioxins in Aquatic Environments. Thèse de Ph D. University of Manitoba. Department of Soil Science - Pesticides Research. 130 p.

Shiu, W.Y., W. Doucette, A.P.C. Gobas, A. Andren, et D. Mackay. 1988. Physical-Chemical Properties of Chlorinated Dibenzo-p-dioxins. Environ. Sci. Technol. 22: 651-658.

Sly, P. 1982. Sediment/Freshwater Interaction. Proc. n° 2 Int. Symp., Kingston, Ontario. Hydrobiologia, 91/92, 700 p.

Wellington Environmental Consultants Inc. 1989. Analysis of Sediment Samples for Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans.

ANNEXE A
EMPLACEMENTS D'ÉCHANTILLONNAGE

ANNEXE A-1 Localisation des usines de pâtes et papiers utilisant un procédé de blanchiment au chlore dans les régions - Colombie-Britannique, Prairies, Ontario, Québec et Atlantique.

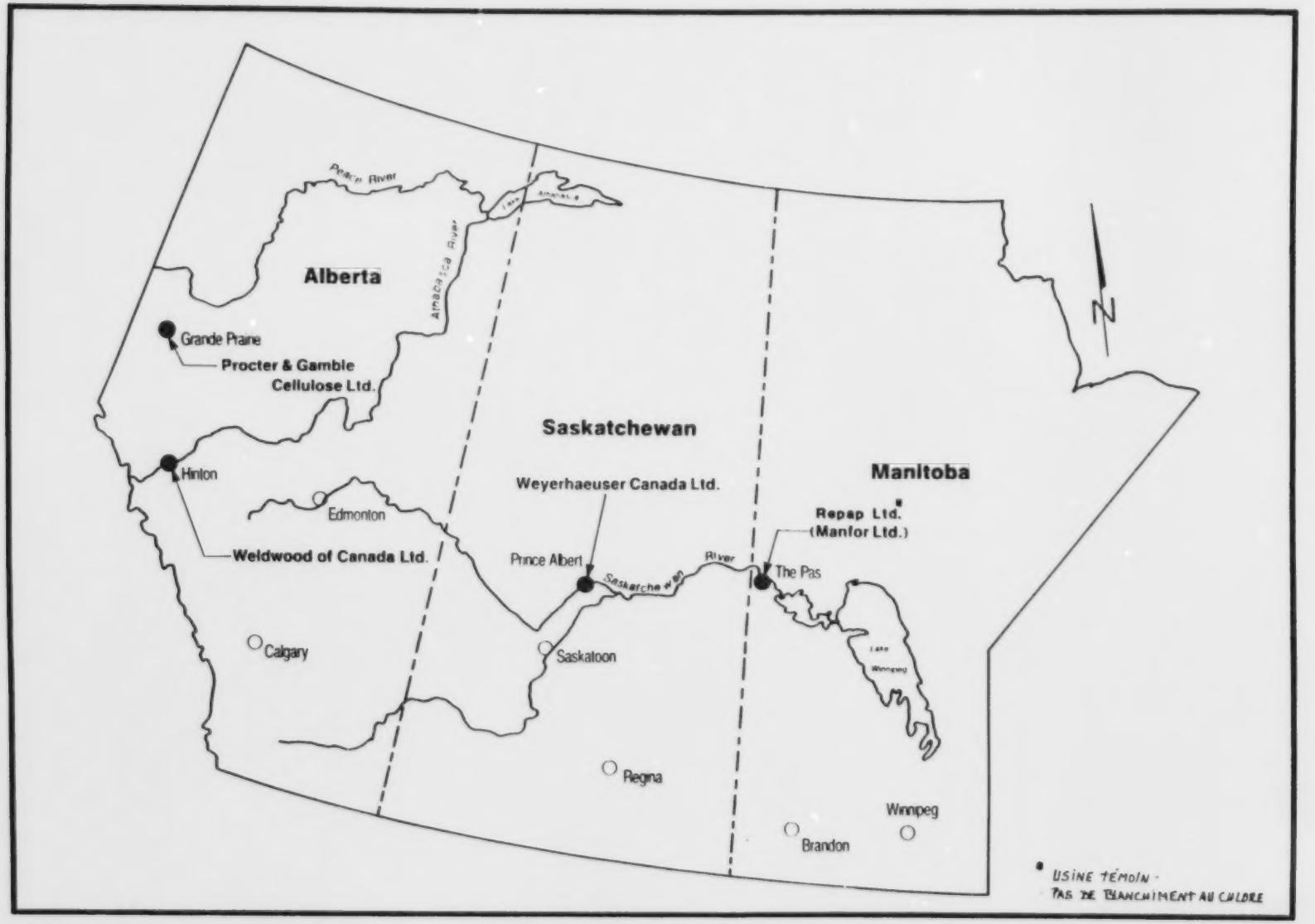
ANNEXE A-2 Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine.

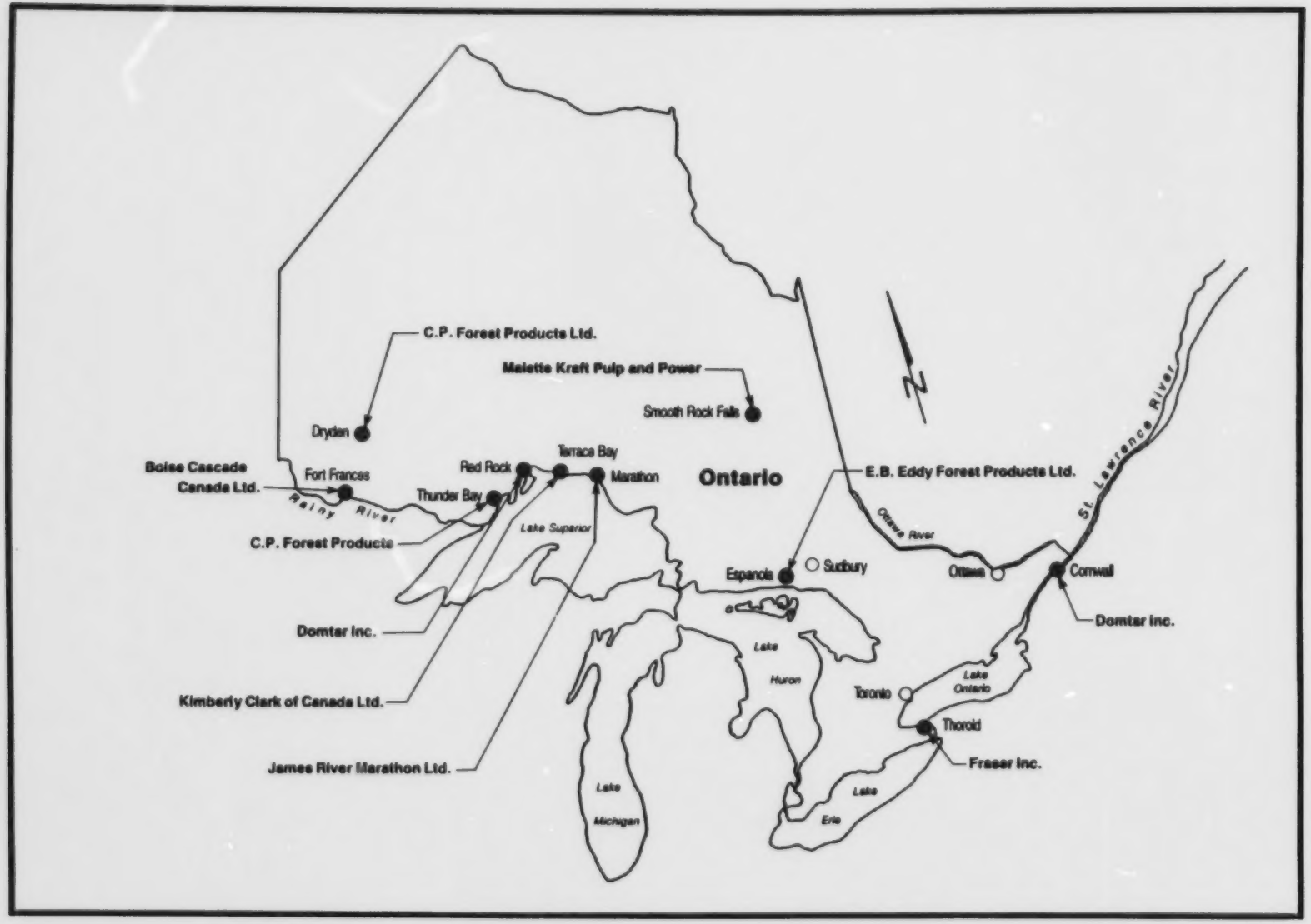
ANNEXE A-3 Localisation des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine.

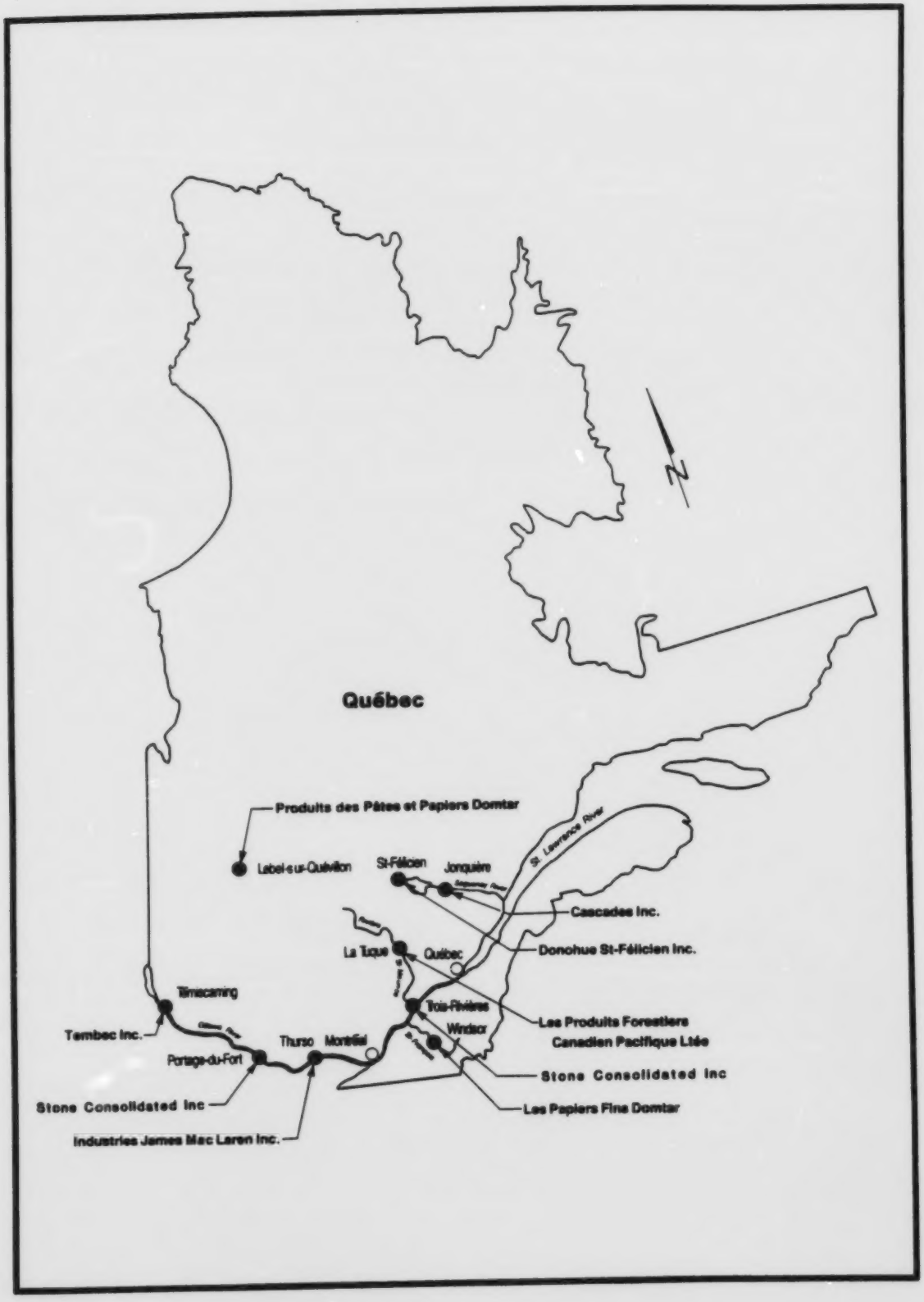
ANNEXE A-1

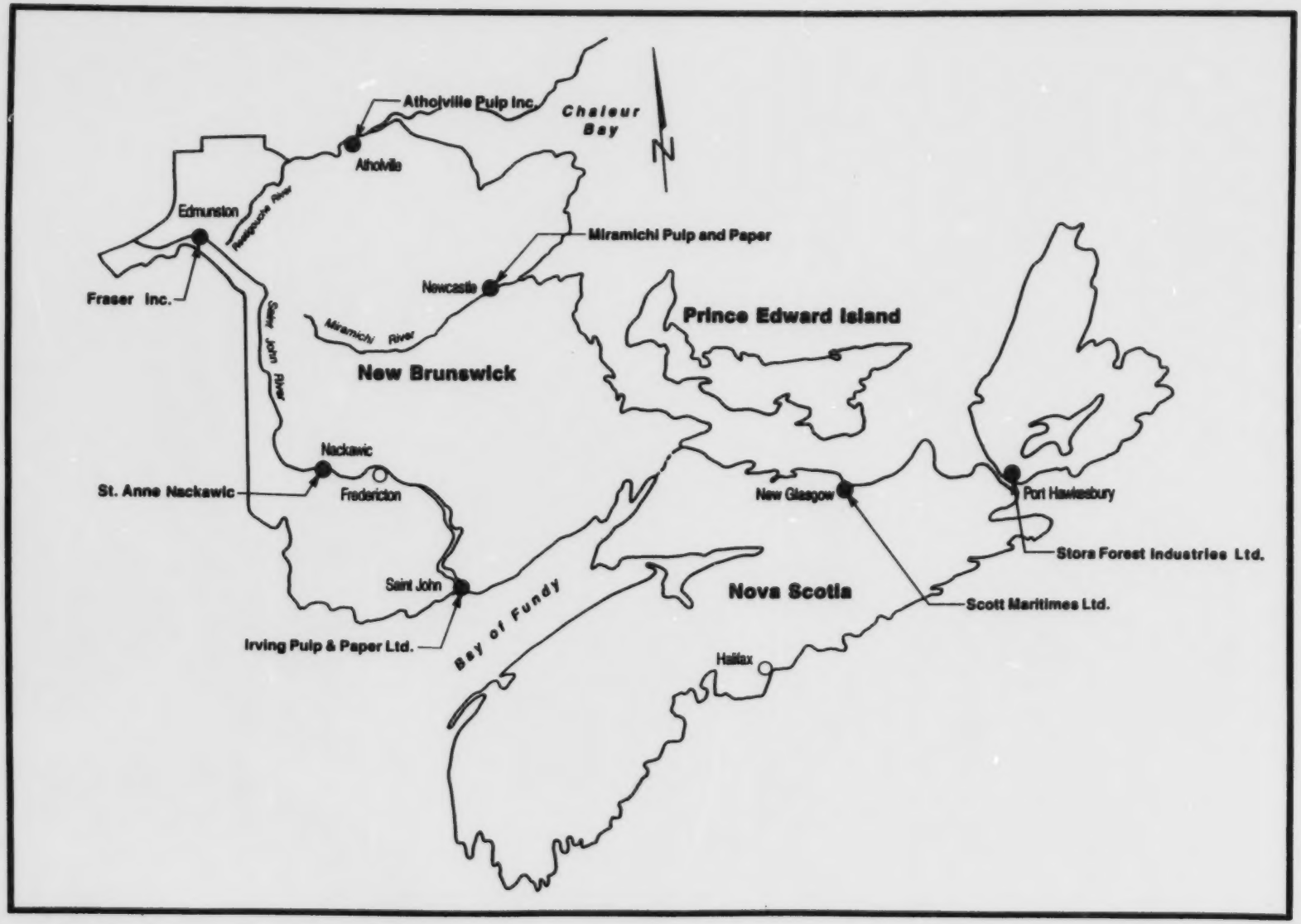
LOCALISATION DES USINES DE PÂTES ET PAPIERS UTILISANT UN PROCÉDÉ DE BLANCHIMENT AU CHLORE DANS LES RÉGIONS - COLOMBIE-BRITANNIQUE, PRAIRIES, ONTARIO, QUÉBEC ET ATLANTIQUE.

* USINE TÉMOIN - PAS DE BLANCHIMENT AU CHLORE


Alberta
Saskatchewan
Manitoba
Grande Prairie
Procter & Gamble
Cellulose Ltd.
Hinton
Weldwood of Canada Ltd.
Edmonton
Calgary
Weyerhaeuser Canada Ltd.
Prince Albert
Saskatoon
Regina
Repap Ltd.
(Manfor Ltd.)
The Pas
Brandon
Winnipeg
N
• USINE TÉMOIN -
PAS DE BLANCHIMENT AU CHLORE


C.P. Forest Products Ltd.
Malette Kraft Pulp and Power
Smooth Rock Falls
Dryden
Terrace Bay
Red Rock
Marathon
Boise Cascade
Canada Ltd.
Fort Frances
Thunder Bay
Ontario
E.B. Eddy Forest Products Ltd.
Rainy River
Lake Superior
Ottawa River
St. Lawrence River
C.P. Forest Products
Espanola
Sudbury
Ottawa
Cornwal
Domtar Inc.
Domtar Inc.
Lake
Huron
Lake
Ontario
Toronto
Kimberly Clark of Canada Ltd.
Thorold
Fraser Inc.
James River Marathon Ltd.
Lake
Michigan
Lake
Erie


Québec
N
Produits des Pâtes et Papiers Domtar
Labelle-sur-Outaouais
St-Félicien
Jonquière
St. Lawrence River
Cascades Inc.
La Tuque
Québec
Donohue St-Félicien Inc.
Témiscaming
Trois-Rivières
Les Produits Forestiers
Canadien Pacifique Ltée
Tembec Inc.
Thurso
Montréal
Windsor
Portage-du-Fort
Stone Consolidated Inc
Stone Consolidated Inc
Les Papiers Fine Domtar
Industries James Mac Laren Inc.


Atholville Pulp Inc.
Chaleur Bay
N
Atholville
Edmunston
Restigouche River
Miramichi Pulp and Paper
Fraser Inc.
Newcastle
Prince Edward Island
Miramichi River
New Brunswick
Saint John River
Nackawic
St. Anne Nackawic
Fredericton
New Glasgow
Port Hawkesbury
Stora Forest Industries Ltd.
Saint John
Nova Scotia
Scott Maritimes Ltd.
Bay of Fundy
Irving Pulp & Paper Ltd.
Halifax

ANNEXE A-2

DESCRIPTION DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS À CHAQUE USINE

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de ME	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
1.	Fletcher Challenge Canada Ltd. (Elk Falls Pulp Mill Div.)	Campbell River C.-B.	09 mars 88	Détroit de Géorgie (sur la côte)	A. À 1,3 km du point de rejet	C
					B. À Painter's Lodge	C
					C. À 1,35 km du point de rejet	C
2.	Fletcher Challenge Canada Ltd. (Crofton Pulp & Paper Div.)	Crofton C.-B.	21 juill. 87	Baie Osborne Détroit de Géorgie (sur la côte)	A. Près d'une aire de triage du bois sur la terre ferme	
					B. Près du point de rejet l'usine	C
					C. Au niveau du quai sud	C
3.	C.P. Forest Products Ltd.	Gold River C.-B.	15 fév. 89	Inlet Muchalet Baie Jacklah (sur la côte)	A. Baie Jacklah à 3,0 km du point de rejet	C
					B. En face de l'usine à 0,9 km du point de rejet	C
4.	Weyerhaeuser Canada Ltd.	Kamloops C.-B.	22 mars 88	Rivière Thompson (dans les terres)	A. Riv. Thompson-sud 10-30 m en aval du pont de Chase	AM
					B. Riv. Thompson-sud 1 km à l'ouest de Monte Creek	AM
					C. Riv. Thompson-sud en amont de l'apport d'eau douce de l'usine	AM
					D. Rivière Thompson, 200 m en aval du diffuseur sur la rive nord	AV
					E. Rivière Thompson, 2,3 km en aval du diffuseur sur la rive nord, 100 m du dernier bassin de stab. de la station d'épuration des eaux usées de Kamloops, rive nord	AV
					F. Riv. Thompson, 8 km en aval du diffuseur sur la rive nord, de l'autre côté du tunnel de ch. de fer, rive nord	AV
5.	Eurocan Pulp & Paper Ltd. **USINE TÉMOIN PAS DE BLACHIMENT AU CHLORE**	Kitimat C.-B.	08 sept. 89	Rivière Kitimat	A. 3,5 km en aval du pont sur l'autoroute 25 (27 km au nord de Kitimat) dans un chenal transversal par la rive droite	AM
					B. Juste en aval du pont sur l'autoroute 25, rive gauche	AM
					C. Au pont sur le chemin d'exploitation, 4 km en amont du pont sur l'auto-route 25, rive gauche	AM

(suite du site 5 à la page suivante)

(1) AM - en amont du point de rejet de l'effluent
AV - en aval du point de rejet de l'effluent
C - sur la côte

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de ME	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
5.	Eurocan Pulp & Paper Ltd.	Kitimat C.-B.	09 sept. 89	Rivière Kitimat	D. Rive droite, 175 m en aval du point de rejet de l'effluent	AV
	USINE TÉMOIN PAS DE BLANCHIMENT AU CHLORE				E. Rive droite, 750 m en aval du point de rejet de l'effluent	AV
					F. Rive droite, 1 km en aval du point de rejet de l'effluent	AV
			nov. 89	Rivière Kitimat	G. Au sud de l'embouchure de la rivière Kitimat, au niveau de la baie de Minette	C
					H. Au club nautique près du point de rejet de la fonderie de l'Alcan	C
					I. Au club nautique près du point de rejet de la fonderie de l'Alcan	C
6.	Fletcher Challenger Canada Ltd.	Mackenzie C.-B.	25 Mai 88	Lac Williston (dans les terres)	A. Lac Tudyah, 20 m de la rive droite, près de la source de la riv. Pack	AM[2]
					B. Lac Tudyah, au milieu du chenal, près de la source de la riv. Pack	AM[2]
					C. Lac Tudyah, 20 m de la rive gauche, près de la source de la riv. Pack	AM[2]
			18 Mai 88		D. 20 m du point de rejet de l'effluent dans le lac Williston	AV
			19 Mai 88		E. 200 m du point de rejet de l'effluent dans le lac Williston	AV
					F. 600 m du point de rejet de l'effluent dans le lac Williston	AV
7.	MacMillan Bloedel Ltd. (Harmac Div.)	Nanaimo C.-B.	23 juill. 87	Détroit de Géorgie (sur la côte)	A. Près de la salle de prép. du bois n° 3	C
					B. Près de l'usine de rabotage	C
					C. Près du diffuseur de l'usine	C
8.	MacMillan Bloedel Ltd. (Alberni Pulp & Paper Div.)	Port Alberni C.-B.	24 juill. 87	Inlet Alberni (sur la côte)	A. Près du point de rejet de l'usine	C
9.	Canfor Pulp Ltd. (Bras Howe)	Port Mellon C.-B.	14 janv. 88	Bras Howe (sur la côte)	A. Près du point n° 1 de rejet de l'effluent	C
					B. Près du point n° 2 de rejet de l'effluent, à env. 325 m au large	C

2 – Les sites sur le lac Tudyah sont situés en amont de Finlay Forest Industries

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de PE	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
10.	MacMillan Bloedel Ltd. (Powell River Div.)	Powell River C.-B.	13 janv. 88	Détroit de Géorgie (sur la côte)	A. Au bout du point de rejet de l'usine	C
11.	Northwood Pulp & Timber Ltd.	Prince George C.-B.	01 déc. 87	Fleuve Fraser (dans les terres)	A. 8-9 km en aval du point de rejet de la Northwood, à 3 km en aval du point de rejet commun des usines Canfor et Intercontinental Pulp	AV[3]
			11 avr. 88		B. 250 m en aval du point de rejet, rive droite	AV[3]
					C. 300 m en aval du point de rejet, rive droite	AV[3]
					D. 500 m en aval du point de rejet, rive droite	AV[3]
12/13	Canfor Prince George Pulp & Paper and Prince George Pulp & Intercontinental Pulp Ltd.	Prince George C.-B.	20 avr. 88	Fleuve Fraser (dans les terres)	A. À Hansard, 250 m en aval du pont de ch. de fer	AM[4]
					B. À Hansard, 600 m en aval du pont de ch. de fer	AM[4]
					C. À Hansard, 1 km en aval du pont de ch. de fer	AM[4]
			01 déc. 87		D. 3 km en aval du point de rejet commun des usines Canfor Pulp et Inter-continental Pulp, 8-9 km en aval du point de rejet de la Northwood	AV
			06 avr. 88		E. 350 m en aval du point de rejet, rive droite	AV
			07 avr. 88		F. 1.2 km du point de rejet, sous le pont de ch. de fer, 2e culée à partir de la rive gauche	AV
					G. 1.2 km du point de rejet, sous le pont de ch. de fer, 3e culée à partir de la rive gauche	AV
14.	Skeena Cellulose Inc.	Prince Rupert C.-B.	13 fév. 89	Détroit d'Hecate (sur la côte)	A. 200 m au nord du point de rejet	C
					B. 200 m au sud du point de rejet	C
15.	Cariboo Pulp & Paper Company	Quesnel C.-B.	01 déc. 87	Fleuve Fraser (dans les terres)	A. 4.5 km en aval du point de rejet	AV
			18 mars 88		B. 2 km en aval du point de rejet, rive droite	AV
					C. 2.2 km en aval du point de rejet, rive droite	AV
					D. 2.6 km en aval du point de rejet, rive droite	AV

3 - Les sites en amont sont situés à Hansard sur le fleuve Fraser, voir Canfor Prince George (12/13 A,B,C)
4 - Les sites à Hansard sont situés en amont de la Northwood Pulp & Timber (11)

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de ME	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
16.	Crestbrook Forest Industries Ltd.	Cranbrook C.-B.	14 mars 88	Rivière Kootenay (dans les terres)	A. 3 km en amont de Canal Flats, rive est	AM
					B. 2.5 km en amont de l'usine	AM
					C. Où l'effluent et l'eau souterraine arrivent à la surface	AV
					D. 300 m en aval du site précédent	AV
					E. 300 m en aval du site précédent	AV
					F. En aval de l'orifice de rejet utilisé uniquement en cas de débit élevé	AV
17.	Western Pulp Partnership Ltd. (Howe sound)	Squamish (Woodfibre) C.-B.	8 déc. 87	Bras Howe (sur la côte)	A. Près du diffuseur de l'effluent	C
					B. 150 m du diffuseur de l'effluent	C
					C. À l'ouest du bras Howe, à env. 2 km de l'usine et à 4 km de Squamish	C
18.	Finlay Forest Industries Ltd.	Mackenzie C.-B.	17 mai 88	Lac Williston (dans les terres)	A. 0.5-3 m du point de rejet dans le lac Williston	AV[5]
					B. 20 m du point de rejet dans le lac Williston	AV[5]
	USINE TÉMOIN PAS DE BLANCHIMENT AU CHLORE				C. 500 m du point de rejet dans le lac Williston	AV[5]
19.	Quesnel River Pulp Co. Ltd.	Quesnel C.-B.	28 mars 88	Fleuve Fraser (dans les terres)	A. 3.5 km en amont du point de rejet de l'usine, rive gauche	AM
	USINE TÉMOIN PAS DE BLANCHIMENT AU CHLORE				B. 2 km en amont du point de rejet de l'usine, rive gauche	AM
					C. 1.3 km en amont du point de rejet de l'usine, rive gauche	AM
					D. 650 m en aval du point de rejet, rive gauche	AV
					E. 2 km en aval du point de rejet, rive gauche	AV
					F. 2.5 km en aval du point de rejet, rive gauche	AV
20.	Celgar Pulp Company (Power Consolidated)	Castelgar C.-B.	17 mars 88	Fleuve Columbia (dans les terres)	A. Lac Arrow, à l'embouchure du crique Deer	AM
					B. Lac Arrow, à l'embouchure du crique Shield	AM
					C. Lac Arrow, à l'embouchure du crique Syringa	AM
					D. Fleuve Columbia, 300 m en aval du point de rejet	AV
					E. Fleuve Columbia, 800 m en aval du point de rejet	AV
					F. Fleuve Columbia, 1,3 km en aval du point de rejet	AV

5 - Les sites en amont sont situés sur le lac Tudyah, voir Fletcher Challenge, Mackenzie (6A, 6B, 6C)

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de PE	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
21.	Proctor & Gamble Cellulose Ltd.	Grande Prairie Alberta	03 nov. 88	Rivière Wapiti (dans les terres)	A. Éch. composite prélevé à 3 endroits à moins de 12 km en amont du point de rejet de l'effluent	AM
					B. Éch. composite prélevé à 3 endroits à moins de 12 km en aval du point de rejet de l'effluent	AV
22.	Weldwood of Canada Ltd.	Hinton Alberta	01 nov. 88	Rivière Athabasca (dans les terres)	A. Éch. composite prélevé à 3 endroits à moins de 20 km en amont de l'usine	AM
					B. Éch. composite prélevé à 3 endroits à moins de 20 km en aval de l'usine	AV
			13 mars 89	Lac Athabasca	C. Éch. composité prélevé à 3 endroits, dans le delta de la riv. Athabasca, à 1 300 km en aval	AV
23.	Weyerhaeuser Canada Ltd.	Prince Albert Sask.	21 nov. 88	Rivière Saskachewan-nord (dans les terres)	A. À env. 15 km de Prince Albert, au passage à niveau de Cecil Ferring	AV
24.	Manfor Ltd. (Repap)	The Pas Manitoba	16 sept 88	Rivière Saskatchewan (dans les terres)	A. À env. 7 km en amont du point de rejet, en aval de la pile centrale du pont du CN	AM
	USINE TÉMOIN **PAS DE BLANCHIMENT AU CHLORE**				B. À env. 5 m en aval du rejet de l'effluent dans la rivière, à l'extrémité (côté du courant) du delta de l'effluent	AV
25.	Domtar Inc. (Fine Papers Div.)	Cornwall Ontario	19 sept 89	Fleuve Saint-Laurent (dans les terres)	A. Éch. composité prélevé à 3 endroits à environ 1 km en amont de l'effluent (diffuseur) sur les rives nord et sud	AM
					B. Éch. composite prélevé à 3 endroits à moins de 500-800 m en aval de l'effluent (rive nord)	AV
					C. Éch. composite prélevé à 3 endroits à env. 1 000 m en aval de l'effluent (rive nord)	AV
26.	C.P. Forest Products Ltd.	Dryden Ontario	10 juill. 86	Rivière Wabigoon (dans les terres)	A. Lac Wabigoon, à env. 15 km en amont de l'usine	AM
					B. Lac Clay, env. 100 km en aval de l'usine	AV
					C. Lac Clay, env. 100 km en aval de l'usine	AV
					D. Rivière Wabigoon, env. 100 m en aval du point de rejet de l'effluent	AV
					E. Rivière Wabigoon, env. 1 km en aval du point de rejet de l'effluent	AV

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de ME	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
27.	E.B. Eddy Forest Products Ltd. (Espanola Mill Div.)	Espanola Ontario	28 août 89	Rivière Spanish (dans les terres)	A. Éch. composite prélevé à 3 endroits dans la rivière à env. 2 km en amont de l'usine au niveau des lignes de transport de l'électricité	AM
					B. Éch. composite prélevé à 3 endroits dans la rivière en aval du pont-rouge, à env. 100 m de l'effluent (diffuseur)	AV
					C. Éch. composite prélevé à 3 endroits à 300 m du pont-rouge et à env. 400 m de l'effluent	AV
28.	Boise Cascade Canada	Fort Frances Ontario	23 oct. 85	Rivière Rainy (dans les terres)	A. Lac Rainy près du passage Brûlé, à env. 4,5 milles en amont des usines	AM
					B. Rivière Rainy, près de Pointe Pither's (Fort France), à env. 1 mille en amont des usines	AM
					C. Rivière Rainy, le long des Rapides du Long-Sault, à env. 35 milles en aval des usines (sur le côté américain de la rivière)	AV
			22 oct. 85		D. Baie Four Miles - Lac des Bois, à env. 40 milles en aval des usines, à L'embouchure de la Riv. Rainy avant d'entrée dans le Lac des Bois	AV
					E. Baie Four Miles - Lac des Bois, à env. 40 milles en aval des usines (entre D et F)	AV
					F. Lac des Bois, à 1 mille au nord de l'île Curry et de l'île de Sable, à env. 40 milles en aval des usines	AV
29.	James River marsathon Ltd.	Marathon Ontario	03 juill. 86	Lac Supérieur (dans les terres)	A. Près du diffuseur de l'effluent	AV
					B. Près du diffuseur de l'effluent	AV
					C. Près du diffuseur de l'effluent	AV
					D. À env. 500 m du diffuseur de l'effluent, au sud	AV
					E. Dans le port de la péninsule	AV
					F. Dans le port de la péninsule	AV

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de ME	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
30.	Domtar Inc. (Container Board Div.)	Red Rock Ontario	03 juill. 86	Lac Supérieur Baie Nipigon (dans les terres)	A. Près du point de rejet de l'effluent de l'usine	AV
					B. À env. 200 m du point de rejet de l'effluent	AV
					C. À env. 400 m du point de rejet de l'effluent	AV
			12 sept 89		D. Éch. témoin prélevé dans la baie de Mazokamah	AM
					E. Un éch. composite prélevé directement à env. 100 m du point de rejet de l'effluent	AV
					F. Trois éch. composites prélevé à env. 300 m au large du point de rejet	AV
31.	Fraser Inc.	Thorold Ontario	22 août 89	Canal Old Welland Crique Twelve Mile Rivière Welland (vers le lac Ontario)	A. À env. 20 m de la sortie d'un collecteur principal se déversant dans le canal Old Welland (fossé simple)	AV
32.	Kimberly Clark of Canada Ltd. (Terrace Bay Div.)	Terrace Bay Ontario	03 juill. 86	Jackfish Bay Lac Supérieur (dans les terres)	A. À l'embouchure du crique Moberly dans la baie de Jackfish	AV
					B. À env. 500 m au sud de l'embouchure du crique Moberly au niveau de la Baie de Jackfish	AV
					C. À env. 750 m au sud de l'embouchure du crique Moberly au niveau de la Baie Jackfish	AV
33.	C.P. Forest Products Ltd. (Thunder Bay Div.)	Thunder Bay Ontario	11 sept 89	Rivière Kaministiugia	A. Éch. de fond prélevé à env. 500 m en amont du pont-route (trois éch. composites dans la rivière)	AM
					B. Trois éch. composites prélevés dans la rivière à env. 100 m, directement en aval du diffuseur de l'effluent	AV
					C. Trois éch. composites prélevés dans la rivière à la sortie du bassin Turning, à env. 500 m en aval du diffuseur de l'effluent	AV
34.	Malette Kraft Pulp and Power	Smooth Rock Falls Ontario	28 sept 89	Rivière Mattagami	A. Trois éch. composites prélevés dans la rivière, à env. 200 m en amont du pont-route	AM
					B. Trois éch. composites prélevés près des rives de la rivière, à env. 30-50 m en aval du diffuseur de l'effluent	AV
					C. Trois éch. composites prélevés dans la rivière, à env. 300 m en aval du diffuseur de l'effluent	AV

Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

N° de MZ	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
35.	Tembec Inc.	Temiscaming Québec	07 oct. 88	Rivière des Outaouais (dans les terres)	A. À 100 m du point de rejet de l'effluent	AV
36.	Cascades Inc.	Jonquière Québec	04 oct. 88	Rivière Saguenay (dans les terres)	A. À 4,5 km du point de rejet de l'effluent	AV
37.	Les Produits Forestiers Canadien Pacifique Ltée.	La Tuque Québec	20 oct. 88	Rivière Saint-Maurice (dans les terres)	A. À 4 km du point de rejet de l'effluent	AV
38.	Produits des Pâtes et Papiers Domtar	Lebel-sur-Quévillon Québec	05 oct. 88	Rivière Quévillon (dans les terres)	A. À 4 km du point de rejet de l'effluent	AV
39.	Stone Consolidated Inc. (Division Pontiac)	Portage-du-Fort Québec	13 oct. 88	Rivière des Outaouais (dans les terres)	A. À 100 m du point de rejet de l'effluent	AV
40.	Donohue St-Félicien Inc.	St-Félicien Québec	05 oct. 88	Rivière Mistassini (dans les terres)	A. À 1 km du point de rejet de l'effluent	AV
41.	Industries James MacLaren Inc.	Thurso Québec	19 oct. 88	Rivière des Outaouais (dans les terres)	A. À 6 km du point de rejet de l'effluent	AV
42.	Stone Consolidated Inc.	Trois-Rivières Québec	12 oct. 88	Rivière Saint-Maurice (dans les terres)	A. À 80 km en aval de La Tuque et à 10 km en amont de Trois-Rivières, près de Saint-Étienne-des-Grès	AM
					B. Un éch. composite prélevé à 3 endroits dans la riv. Saint-Maurice, en aval de l'effluent	AV
					C. Un éch. composite prélevé à 3 endroits dans la riv. Saint-Maurice, en aval de l'effluent	AV
					D. Un éch. composite prélevé à 3 endroits dans le fleuve Saint-Laurent	AV
43.	Les Papiers Fins Domtar	Windsor Québec	21 oct. 88	Rivière Saint-François (dans les terres)	A. À 1,5 km du point de rejet de l'effluent	AV
44.	St. Anne-Nackawic Co. Ltd. Pulp and Paper	Nackawic N.-B.	26 oct. 88	Rivière Saint-Jean (dans les terres)	A. À 3 km en amont du point de rejet de l'effluent	AM
					B. Même endroit qu'en A	AM
					C. À 100 m en aval du point de rejet	AV
					D. Même endroit qu'en C	AV
45.	Miramichi Pulp & Paper	Newcastle N.-B.	18 oct. 88	Rivière Miramichi (Estuaire)[6]	A. À 1,5 km en amont du point de rejet de l'effluent	AM
					B. À 500 m en aval du point de rejet de l'effluent	AV
					C. Même endroit qu'en B	AV

6 - Section des marées dans la rivière au point de rejet

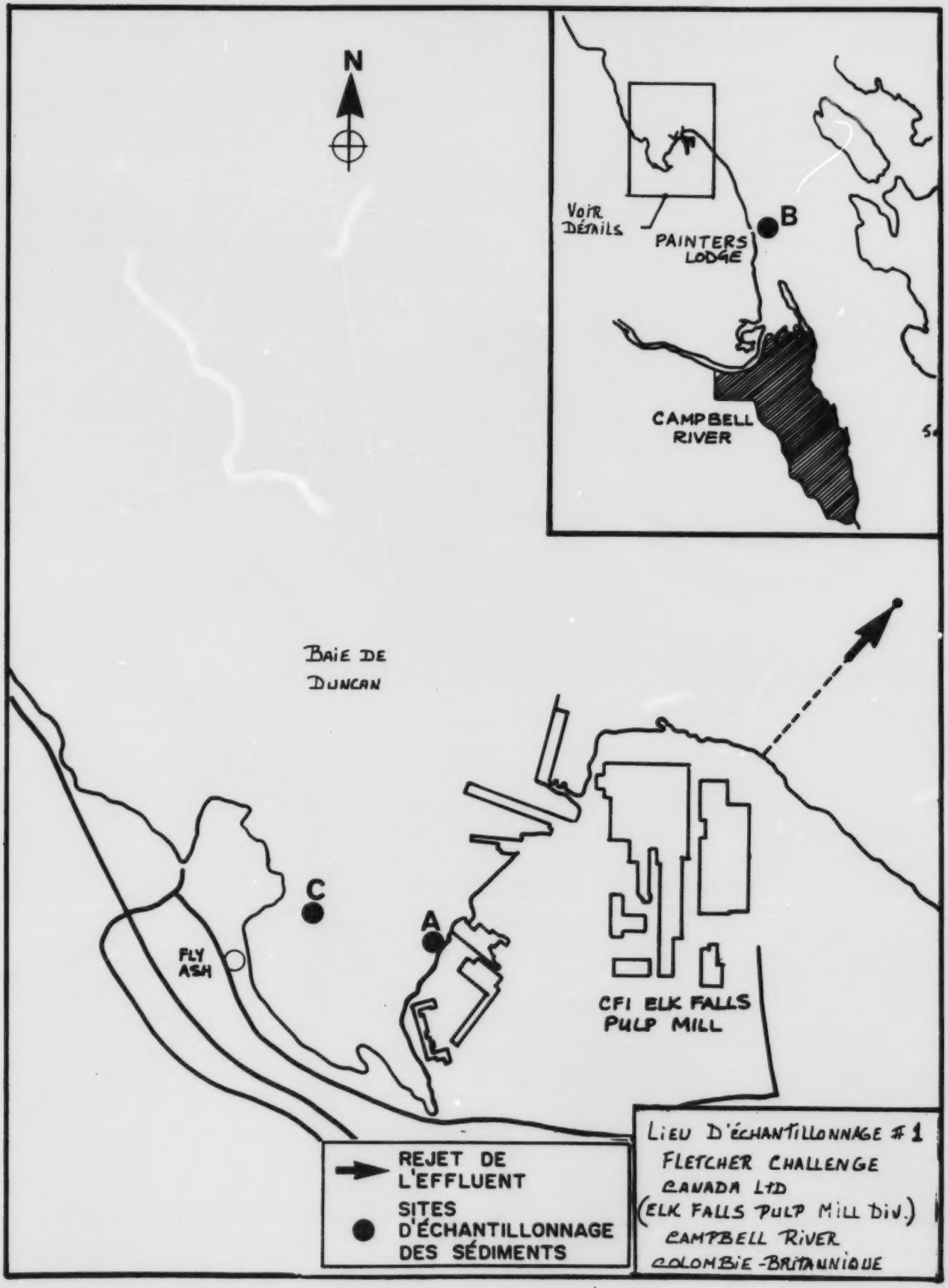
Annexe A-2. Description des sites d'échantillonnage des sédiments à chaque usine

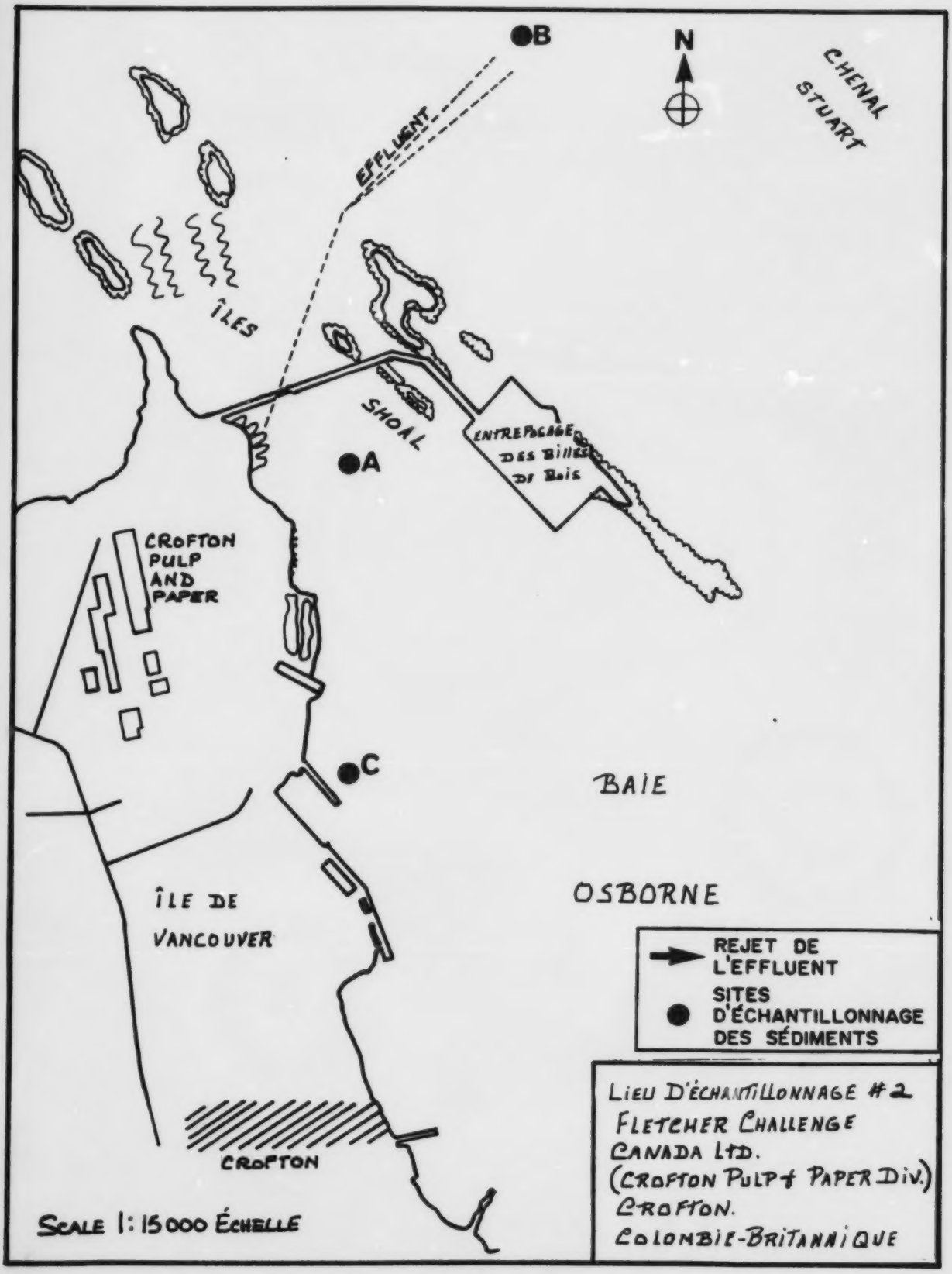
N° de PE	Société	Ville, Province	Date de prélèvement de l'échantillon	Localisation générale (côte, estuaire, dans les terres)	N° et description du site spécifique	AM/AV/C[1]
46.	Irving Pulp & Paper Ltd.	Saint John N.-B.	01 nov. 88	Rivière Saint-Jean (Estuaire)[6]	A. À 1 km en amont du point de rejet de l'effluent	AM
					B. À 500 m en aval du point de rejet de l'effluent	AV
47.	Atholville Pulp Inc.	Atholville N.-B.	24 oct. 88	Rivière Restigouche (Estuaire)[6]	A. À 3 km en amont du point de rejet de l'effluent	AM
					B. À 800 m en aval du point de rejet de l'effluent	AV
48.	Fraser Inc.	Edmundston N.-B.	25 oct. 88	Rivière Saint-Jean (dans les terres)	A. À 20 km en amont du point de rejet de l'effluent	AM
					B. À 150 m en aval du point de rejet de l'effluent	AV
49.	Scott marsitimes Ltd.	New Glasgow (Abercombie) N.-É.	10 nov. 88	Détroit de Northumberland (sur la côte)	A. À 1,5 km du point de rejet de l'effluent près de Lighthouse Beach, dans la réserve indienne	C
					B. À 200 m de Boat Harbour	C
50.	Stora Forest Industries Ltd.	Port Hawkesbury N.-É.	02 nov. 88	Détroit de Canso (sur la côte)	A. Près de Old Ferry Wharf	C
					B. À 50 m du point de rejet de l'effluent	C
51.	Western Pulp Partnership	Port Alice, C.-B.	-	-	A. Site n° 1 Immédiatement au nord-est du diffuseur	C
					B. Site n° 2 Même endroit qu'en A	C

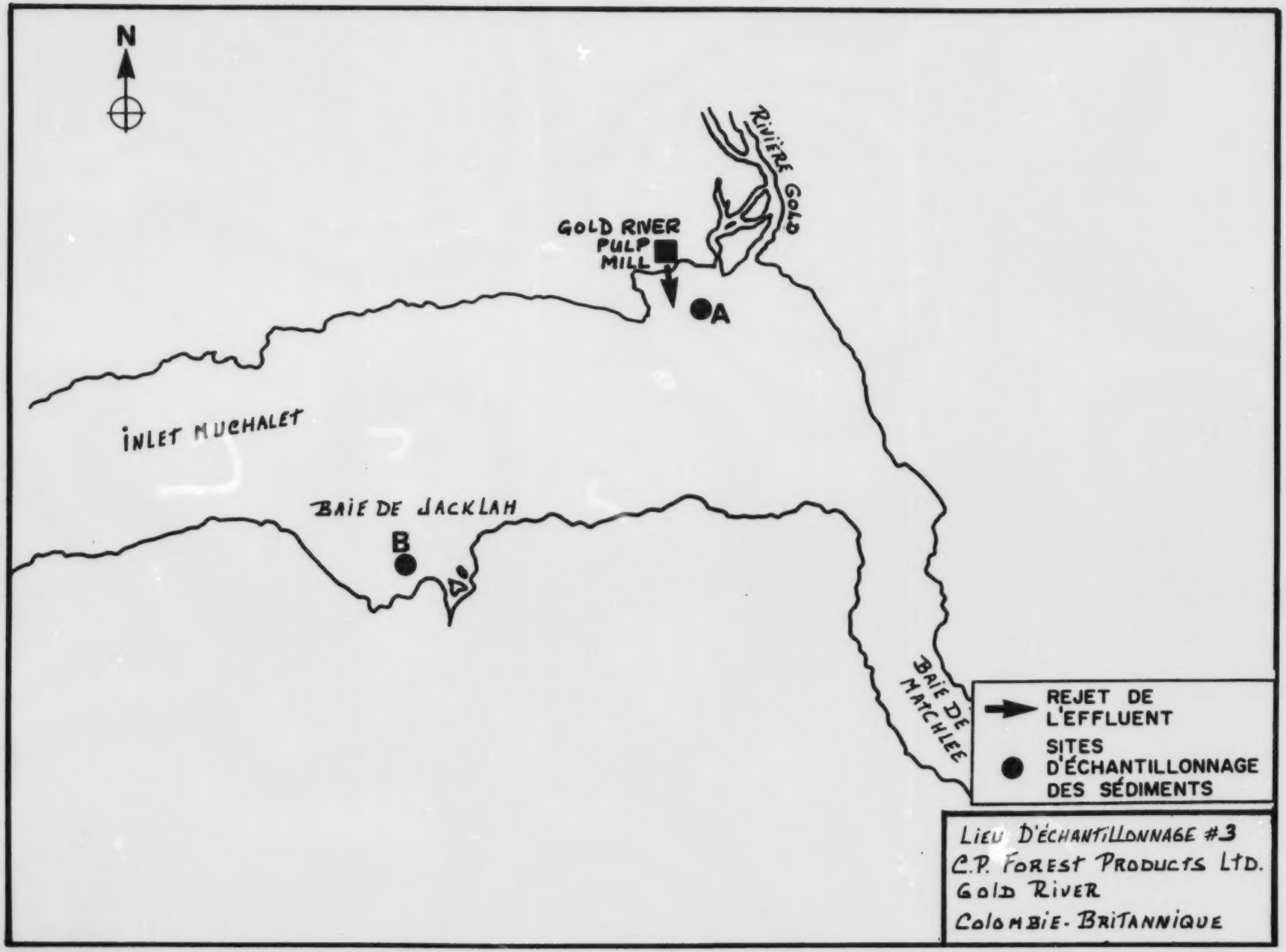
6 - Section des marées dans la rivière au point de rejet

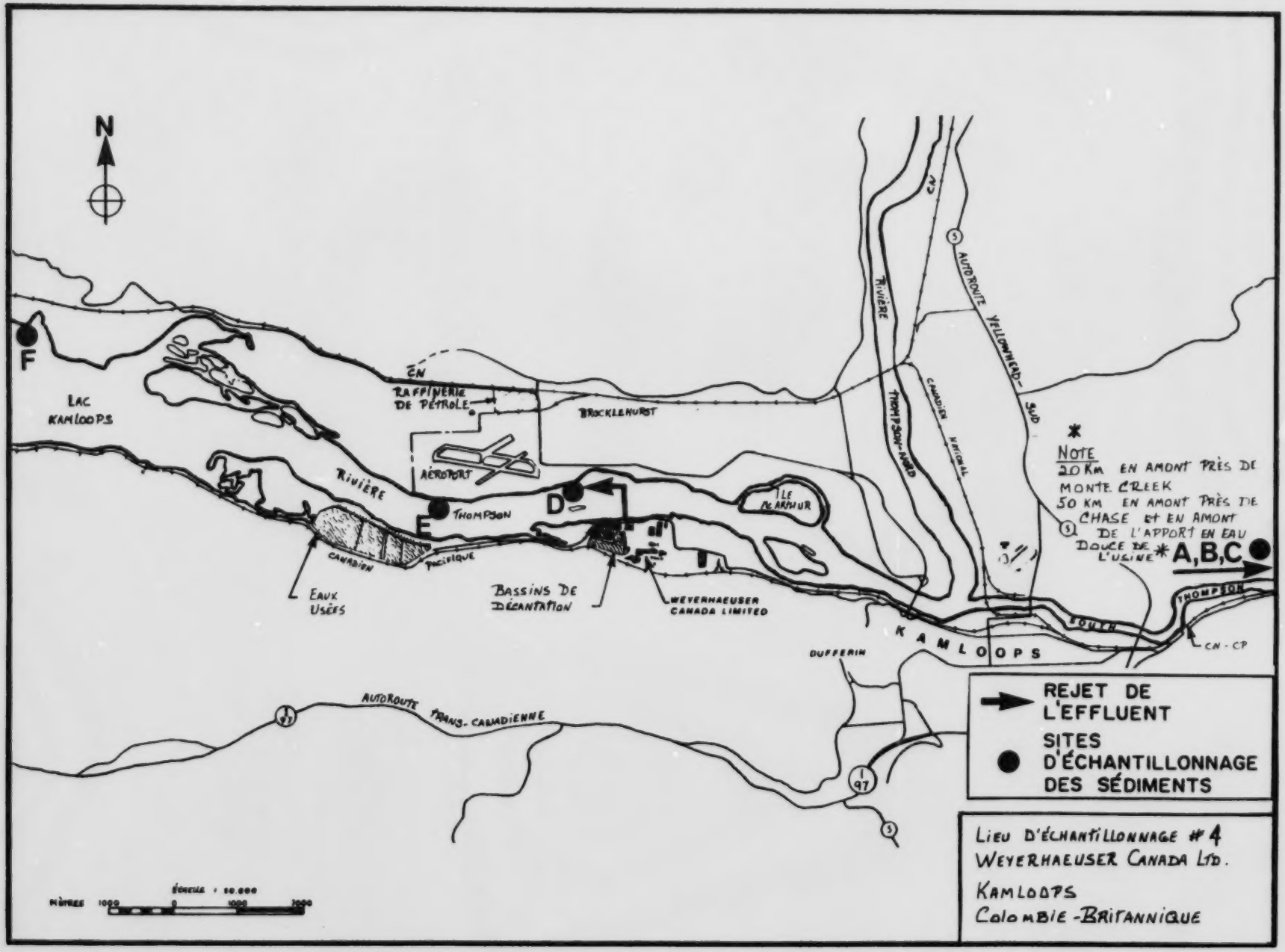
ANNEXE A-3

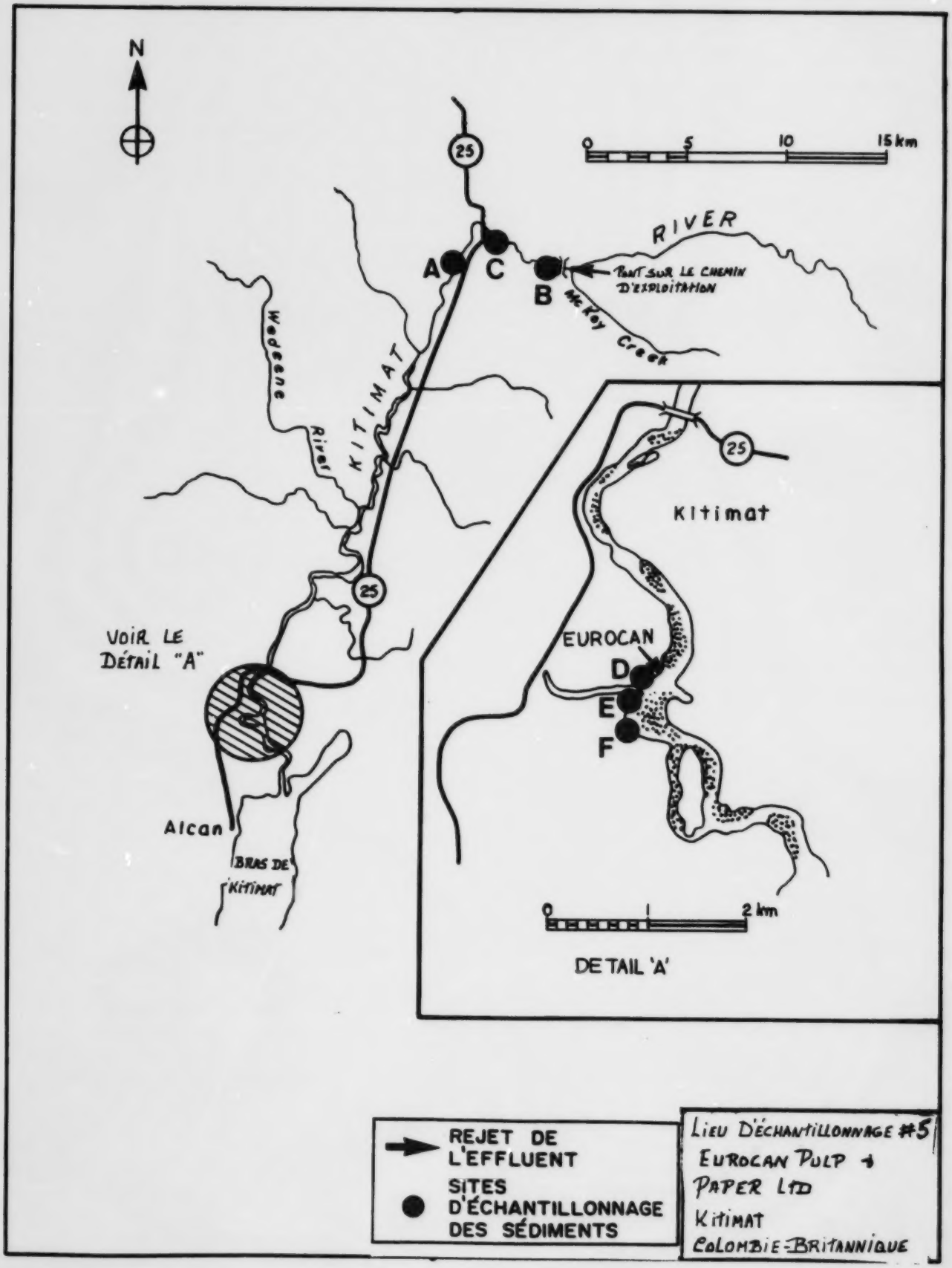
LOCALISATION DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS À CHAQUE USINE

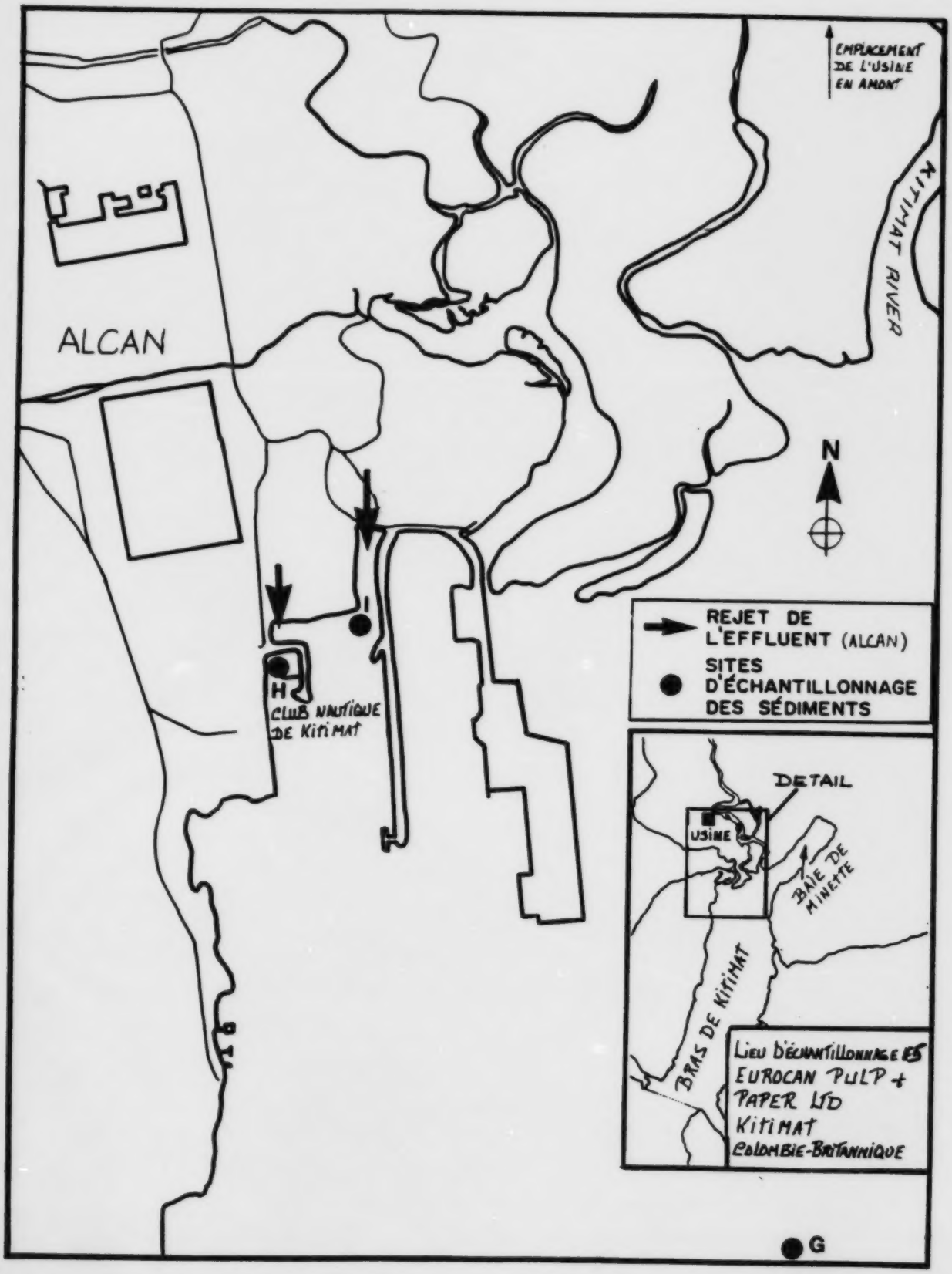

N
VOIR DÉTAILS
PAINTERS LODGE
B
CAMPBELL RIVER
BAIE DE DUNCAN
C
A
FLY ASH
CFI ELK FALLS PULP MILL
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE # 1
FLETCHER CHALLENGE CANADA LTD
(ELK FALLS PULP MILL DIV.)
CAMPBELL RIVER
COLOMBIE-BRITANNIQUE

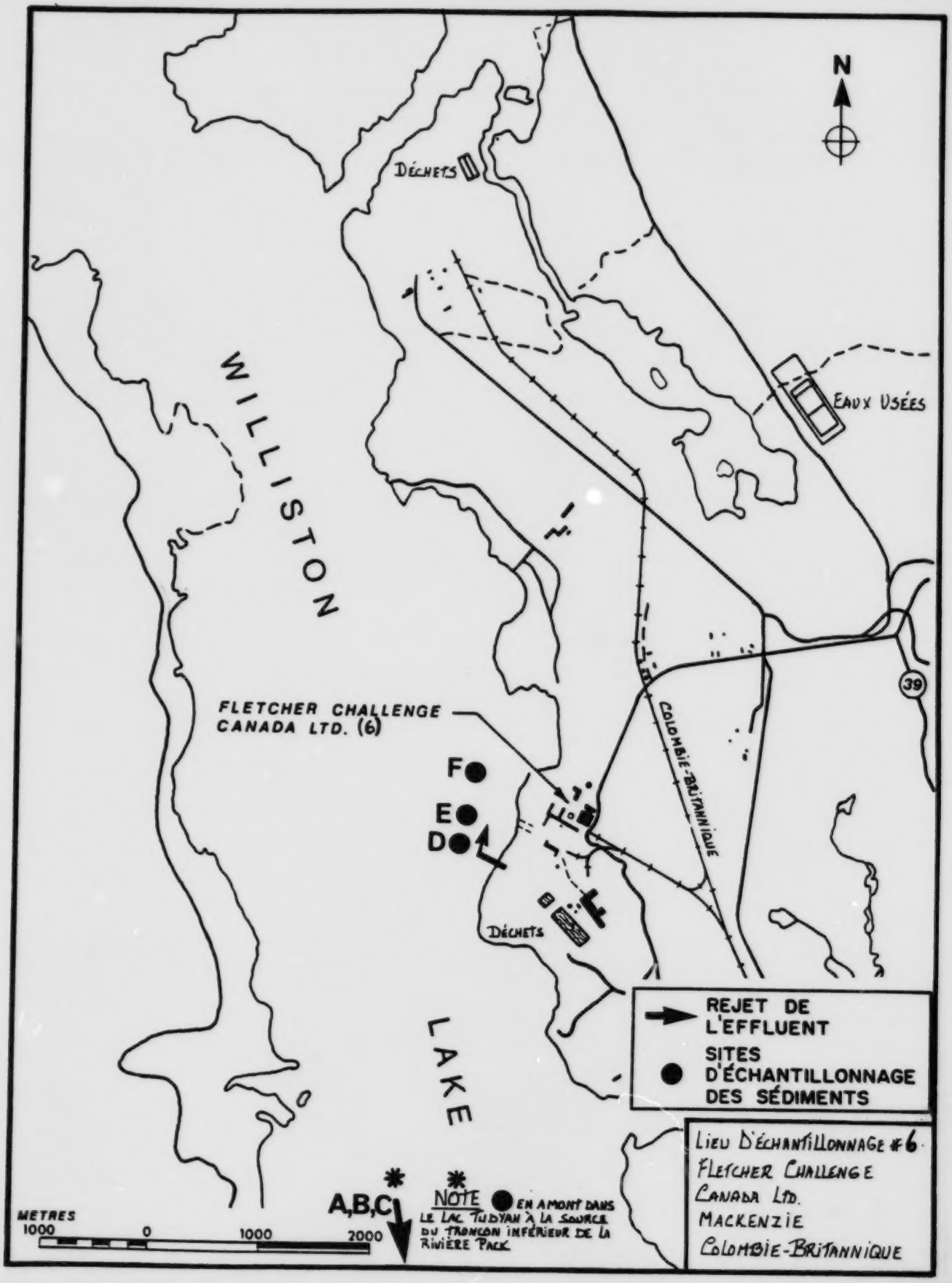

B
N
CHENAL STUART
EFFLUENT
ÎLES
SHOAL
ENTREPOSAGE DES BILLES DE BOIS
A
CROFTON PULP AND PAPER
C
BAIE
OSBORNE
ÎLE DE VANCOUVER
CROFTON
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #2
FLETCHER CHALLENGE CANADA LTD.
(CROFTON PULP & PAPER DIV.)
CROFTON.
COLOMBIE-BRITANNIQUE
SCALE 1:15000 ÉCHELLE

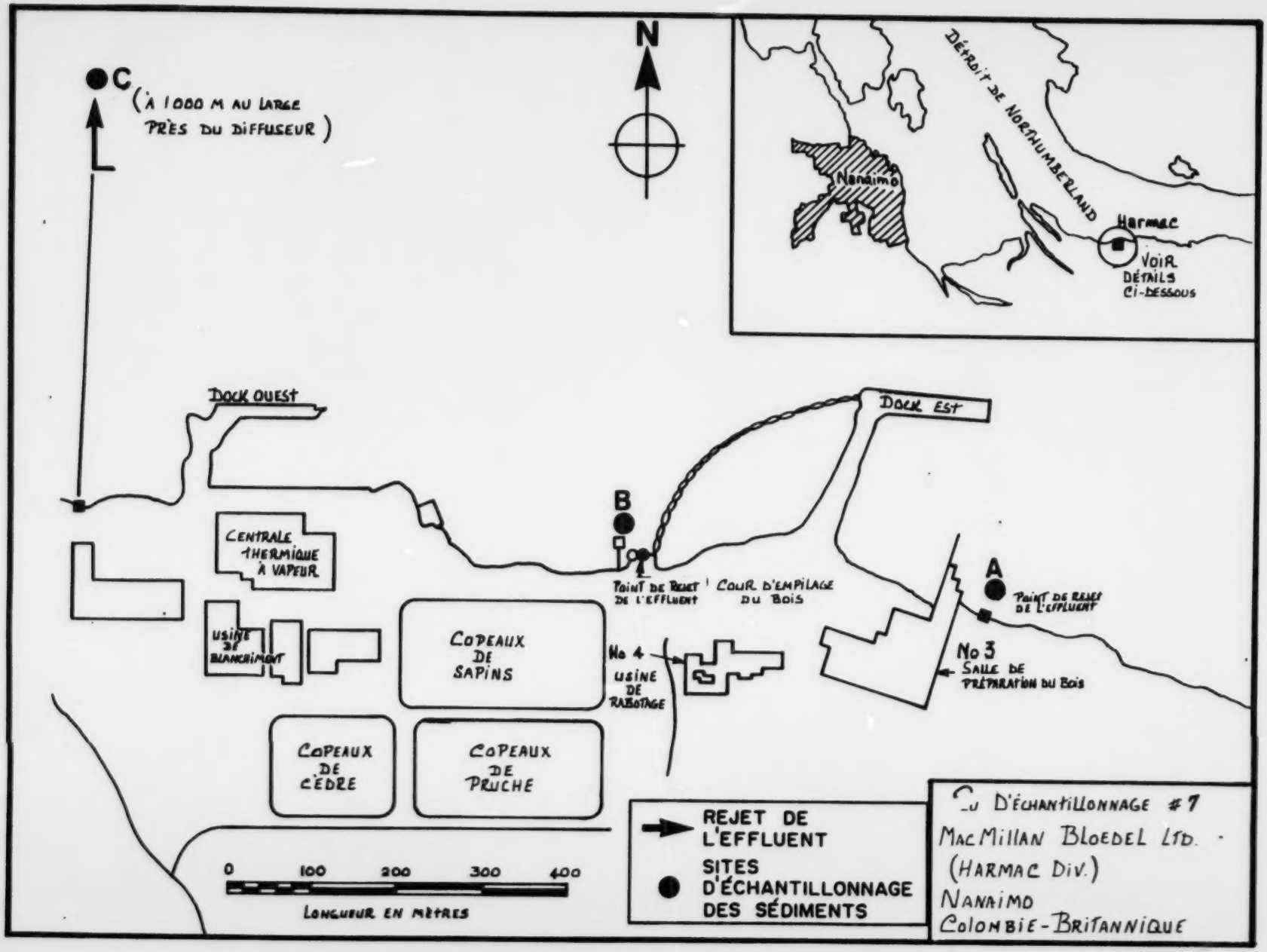

N
RIVIÈRE GOLD
GOLD RIVER PULP MILL
A
INLET MUCHALET
BAIE DE JACKLAH
B
BAIE DE MATCHLEE
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #3
C.P. FOREST PRODUCTS LTD.
GOLD RIVER
COLOMBIE-BRITANNIQUE

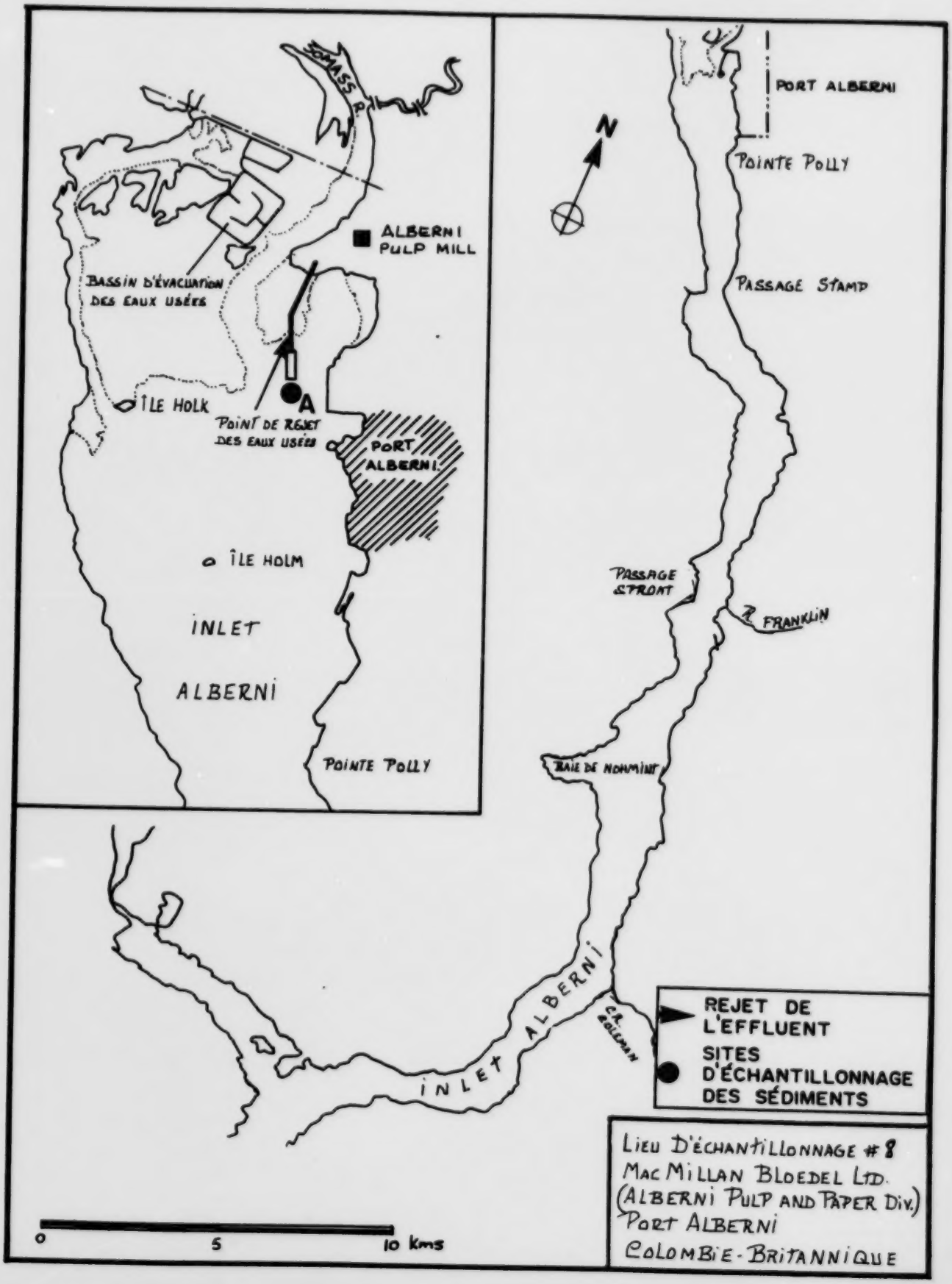

N
F
LAC KAMLOOPS
CN
RAFFINERIE DE PÉTROLE
BROCKLEHURST
AÉROPORT
RIVIÈRE THOMPSON
E
THOMPSON
D
LE McARTHUR
CANADIEN PACIFIQUE
EAUX USÉES
BASSINS DE DÉCANTATION
WEYERHAEUSER CANADA LIMITED
RIVIÈRE THOMPSON-NORD
CN
CANADIEN NATIONAL
AUTOROUTE YELLOWHEAD-SUD
NOTE
20 Km EN AMONT PRÈS DE MONTE CREEK
50 KM EN AMONT PRÈS DE CHASE ET EN AMONT DE L'APPORT EN EAU DOUCE DE L'USINE * A,B,C
THOMPSON
FORTH
CN - CP
KAMLOOPS
BUFFERIN
AUTOROUTE TRANS-CANADIENNE
97
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
ÉCHELLE : 50.000
MÈTRES 1000 0 1000 2000
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE # 4
WEYERHAEUSER CANADA LTD.
KAMLOOPS
COLOMBIE-BRITANNIQUE

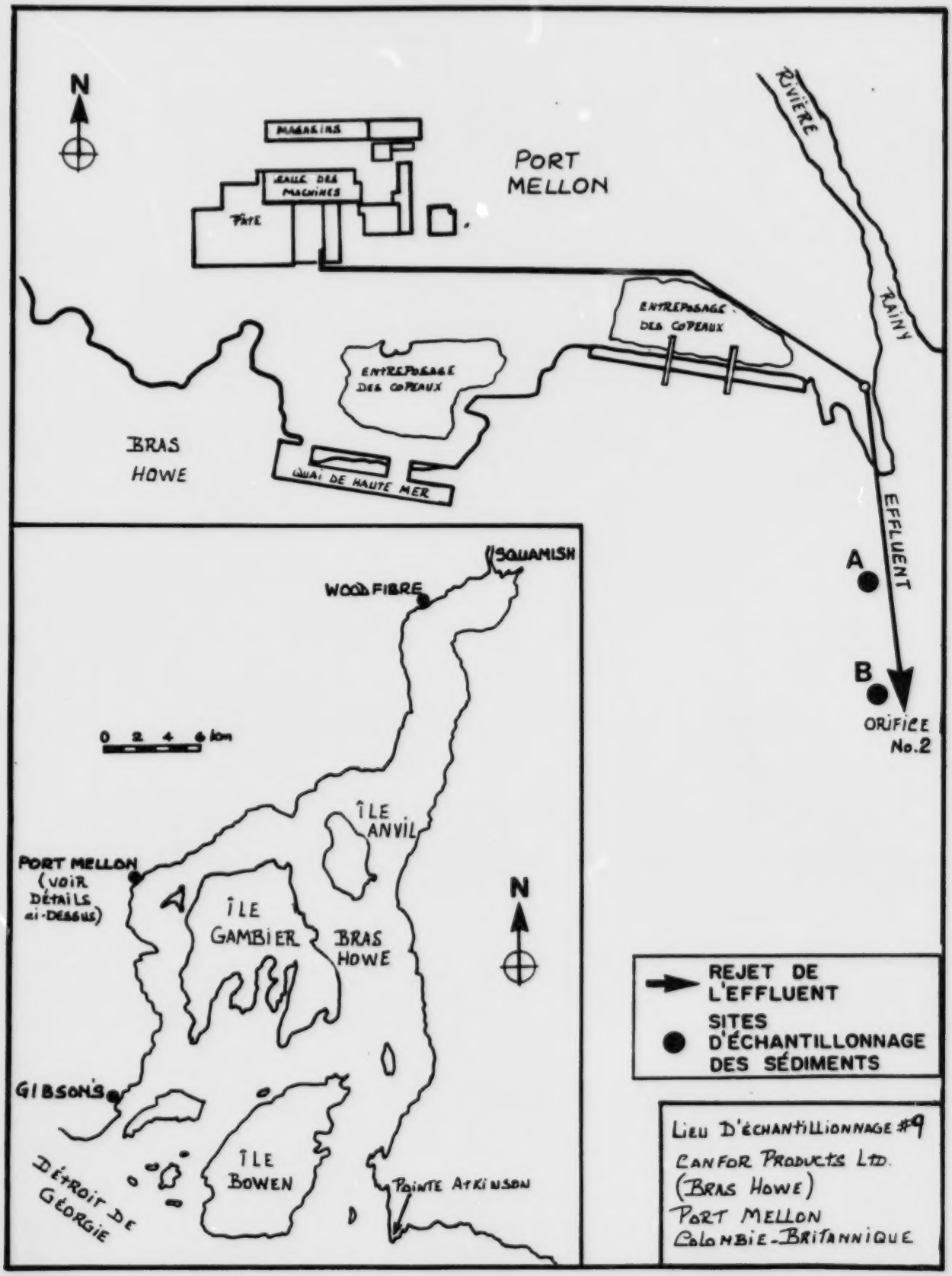

N
25
0 5 10 15 km
RIVER
A
C
B
PONT SUR LE CHEMIN D'EXPLOITATION
McKay Creek
Wedeene River
KITIMAT
25
VOIR LE DÉTAIL "A"
Alcan
BRAS DE KITIMAT
Kitimat
EUROCAN
D
E
F
0 1 2 km
DETAIL 'A'
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #5
EUROCAN PULP + PAPER LTD
KITIMAT
COLOMBIE-BRITANNIQUE

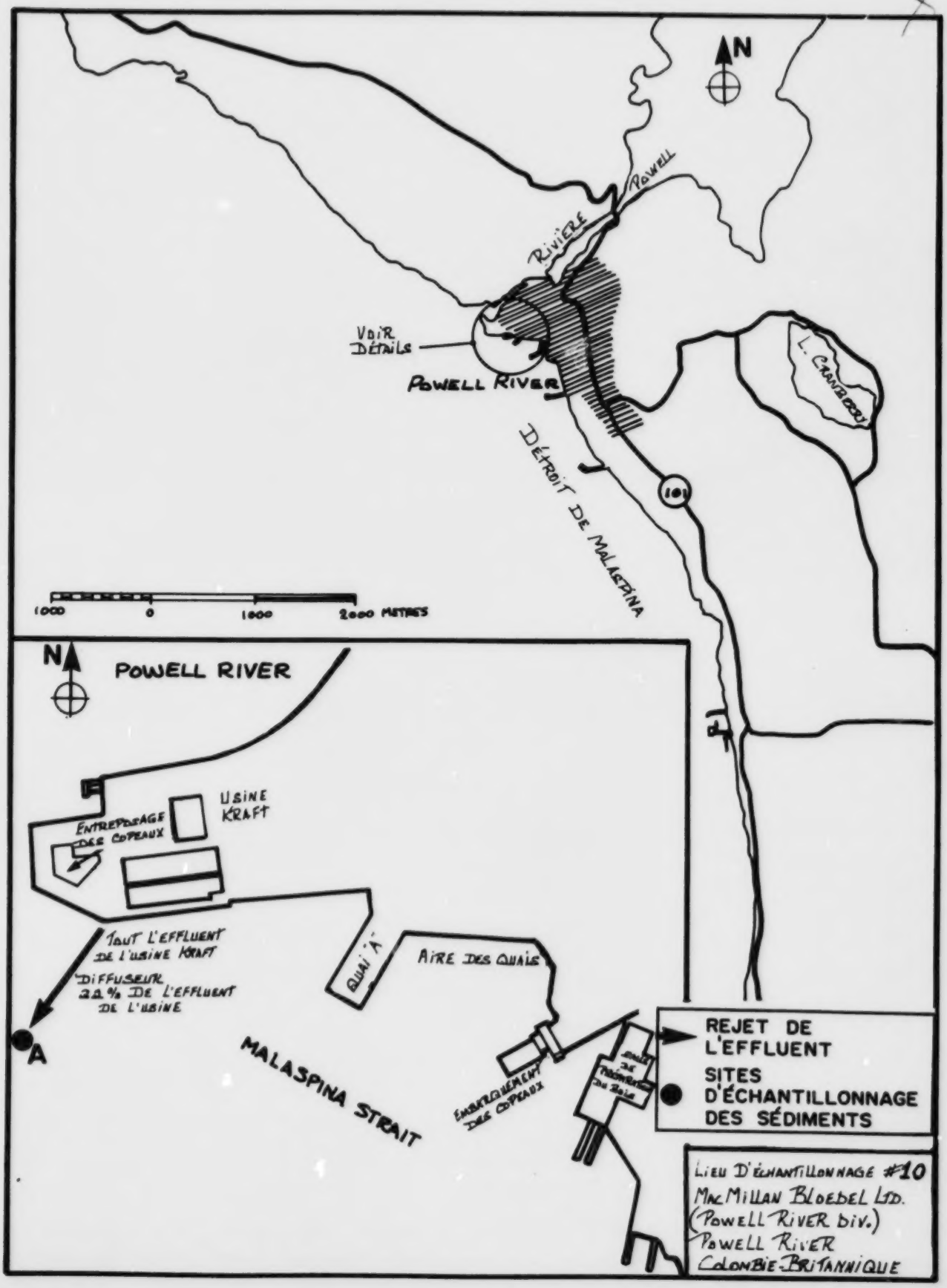

EMPLACEMENT DE L'USINE EN AMONT
KITIMAT RIVER
ALCAN
N
REJET DE L'EFFLUENT (ALCAN)
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
H
CLUB NAUTIQUE DE KITIMAT
DETAIL
USINE
BAIE DE MINETTE
BRAS DE KITIMAT
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE ES
EUROCAN PULP + PAPER LTD
KITIMAT
COLOMBIE-BRITANNIQUE
G

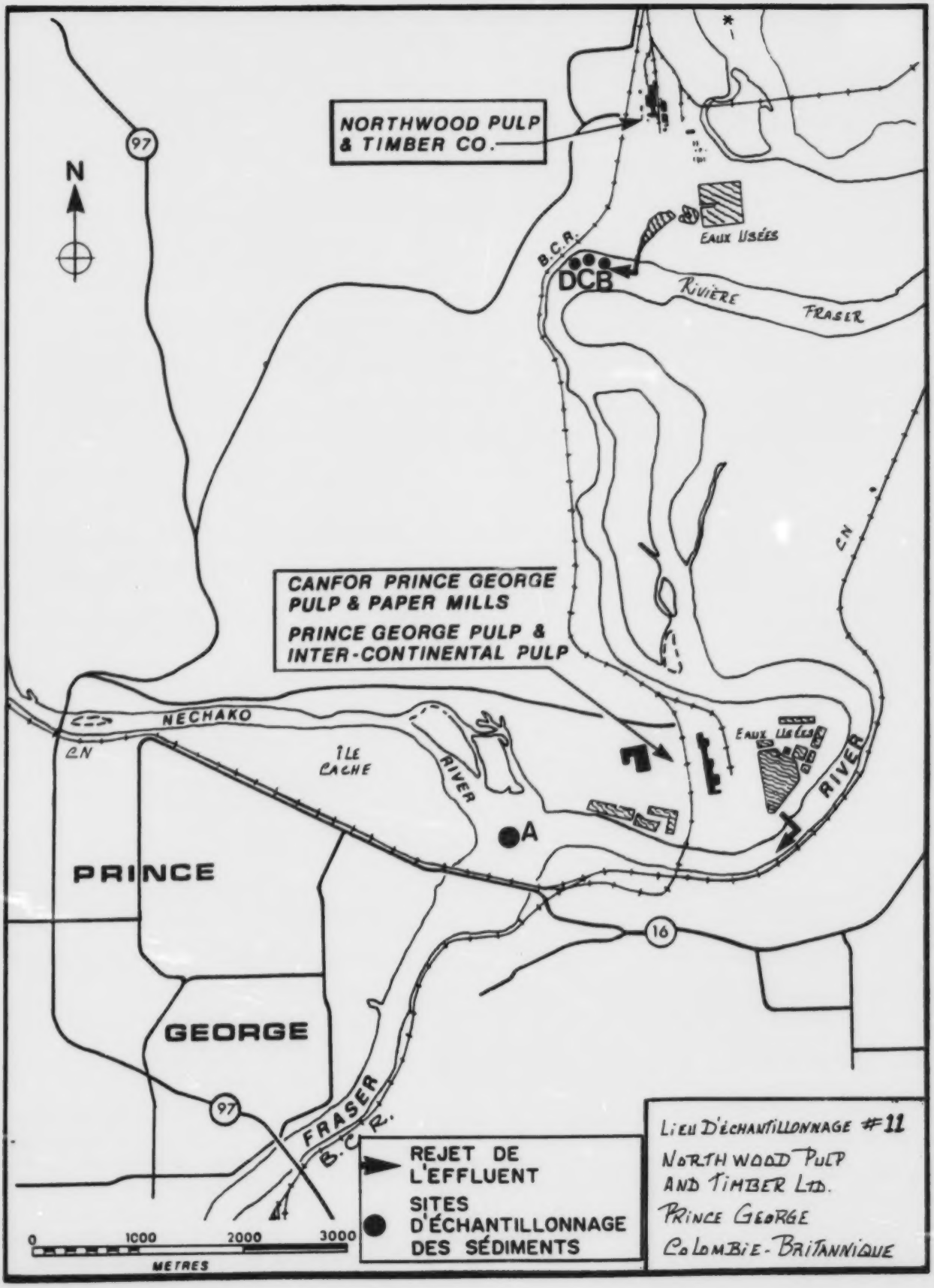

N
DÉCHETS
EAUX USÉES
WILLISTON
LAKE
FLETCHER CHALLENGE
CANADA LTD. (6)
F
E
D
COLOMBIE-BRITANNIQUE
39
DÉCHETS
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #6
FLETCHER CHALLENGE
CANADA LTD.
MACKENZIE
COLOMBIE-BRITANNIQUE
METRES
1000 0 1000 2000
A,B,C
NOTE ● EN AMONT DANS LE LAC TUDYAH À LA SOURCE DU TRONÇON INFÉRIEUR DE LA RIVIÈRE PACK

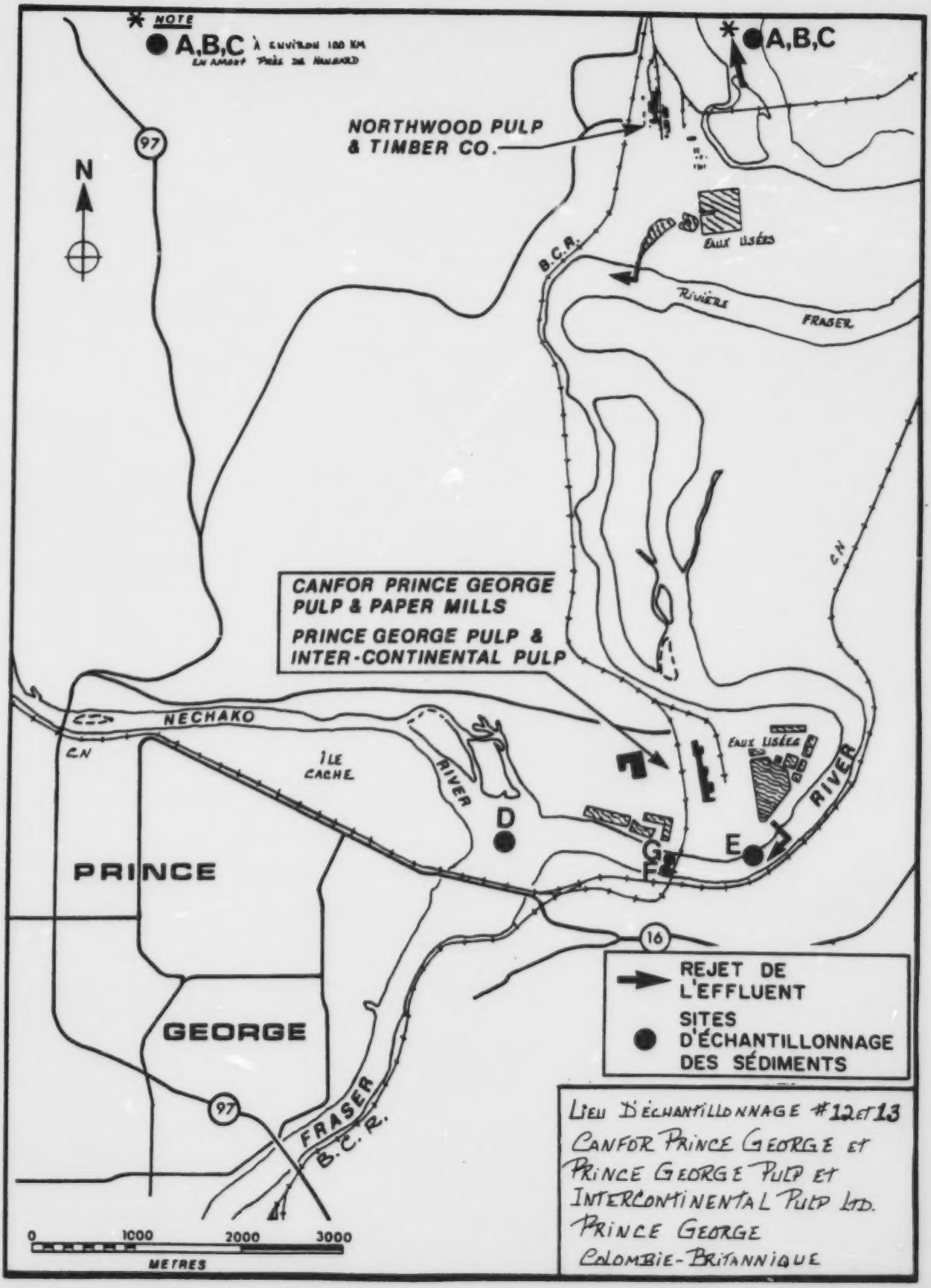

N
C
(À 1000 M AU LARGE PRÈS DU DIFFUSEUR)
DÉTROIT DE NORTHUMBERLAND
Nanaimo
Harmac
VOIR DÉTAILS CI-DESSOUS
DOCK OUEST
DOCK EST
B
A
CENTRALE THERMIQUE À VAPEUR
USINE DE BLANCHIMENT
POINT DE REJET DE L'EFFLUENT
COUR D'EMPILAGE DU BOIS
POINT DE REJET DE L'EFFLUENT
COPEAUX DE SAPINS
No 4 USINE DE RABOTAGE
No 3 SALLE DE PRÉPARATION DU BOIS
COPEAUX DE CÈDRE
COPEAUX DE PRUCHE
0 100 200 300 400
LONGUEUR EN MÈTRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
Cu D'ÉCHANTILLONNAGE #7
MACMILLAN BLOEDEL LTD.
(HARMAC DIV.)
NANAIMO
COLOMBIE-BRITANNIQUE

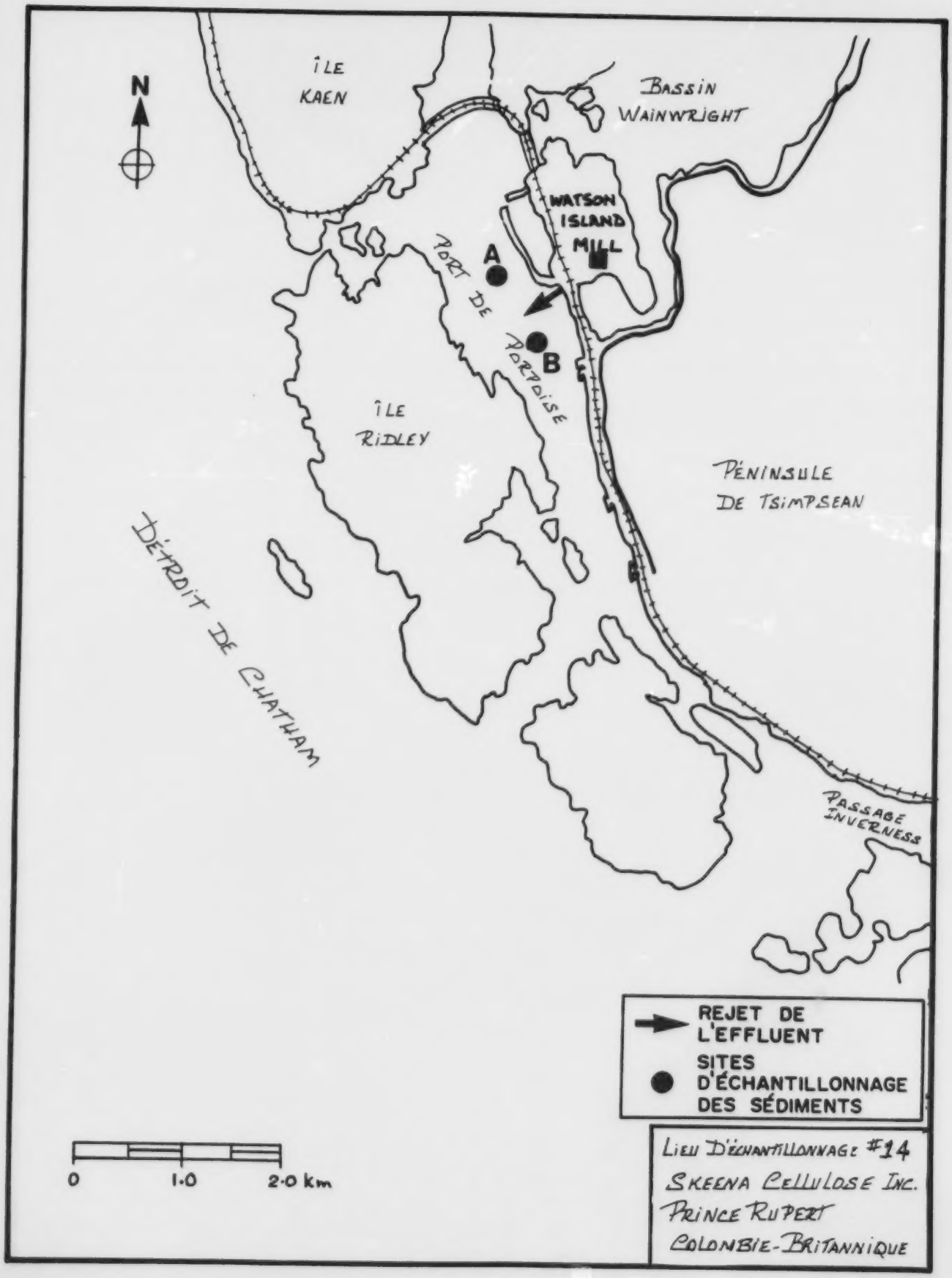

SOMASS R.
ALBERNI PULP MILL
BASSIN D'ÉVACUATION DES EAUX USÉES
ÎLE HOLK
A
POINT DE REJET DES EAUX USÉES
PORT ALBERNI
ÎLE HOLM
INLET ALBERNI
POINTE POLLY
N
PORT ALBERNI
POINTE POLLY
PASSAGE STAMP
PASSAGE STRAIT
R. FRANKLIN
BAIE DE NOOMIMT
INLET ALBERNI
C.R. COLEMAN
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
0
5
10 kms
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #8
MACMILLAN BLOEDEL LTD.
(ALBERNI PULP AND PAPER DIV.)
PORT ALBERNI
COLOMBIE-BRITANNIQUE

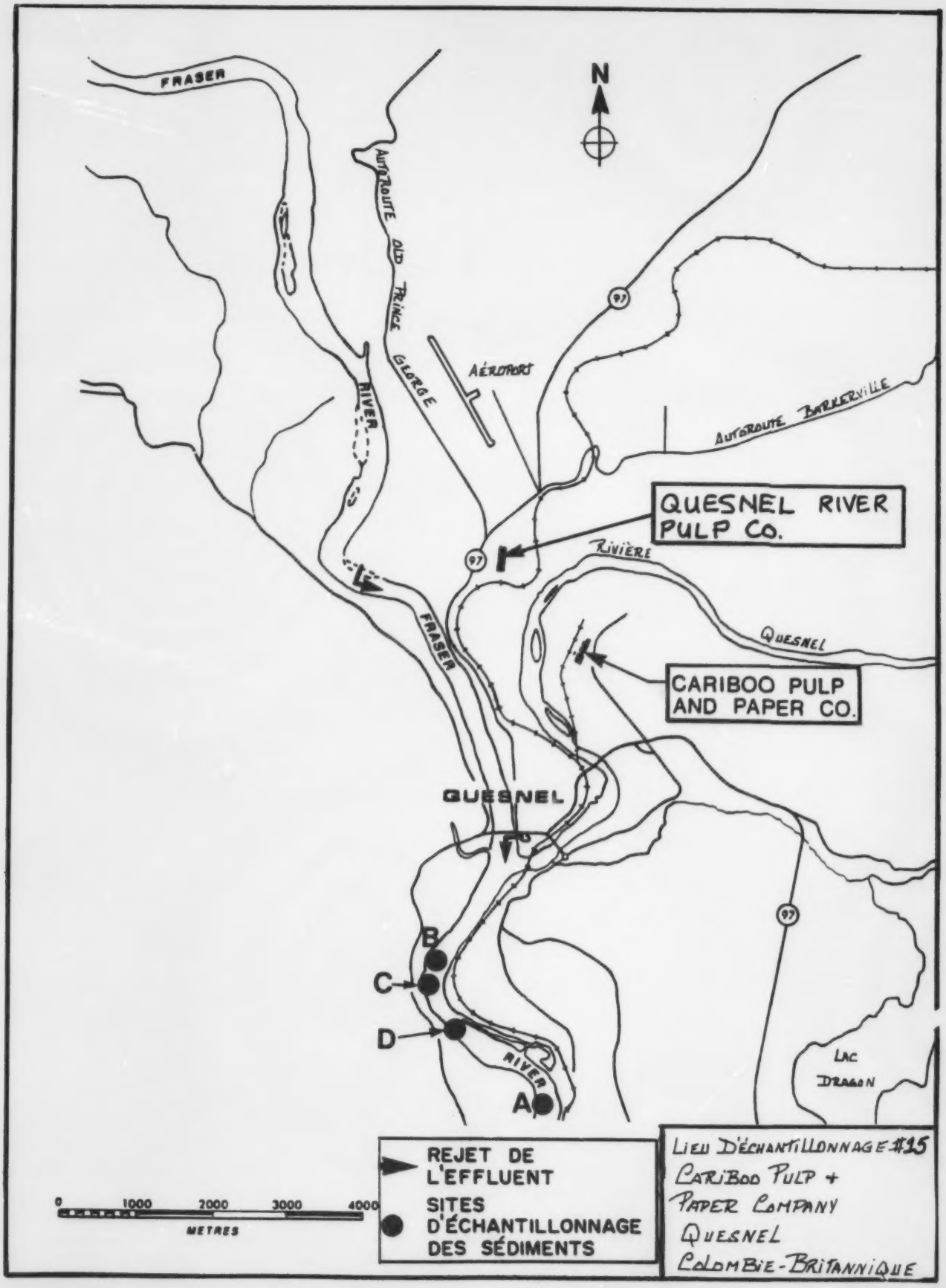

N
MAGASINS
SALLE DES MACHINES
PÂTE
PORT MELLON
RIVIÈRE RAINY
ENTREPOSAGE DES COPEAUX
ENTREPOSAGE DES COPEAUX
BRAS HOWE
QUAI DE HAUTE MER
EFFLUENT
A
B
ORIFICE No.2
SQUAMISH
WOOD FIBRE
0 2 4 6 km
ÎLE ANVIL
PORT MELLON (VOIR DÉTAILS CI-DESSUS)
ÎLE GAMBIER
BRAS HOWE
N
GIBSONS
ÎLE BOWEN
DÉTROIT DE GÉORGIE
POINTE ATKINSON
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #9
CANFOR PRODUCTS LTD.
(BRAS HOWE)
PORT MELLON
COLOMBIE-BRITANNIQUE

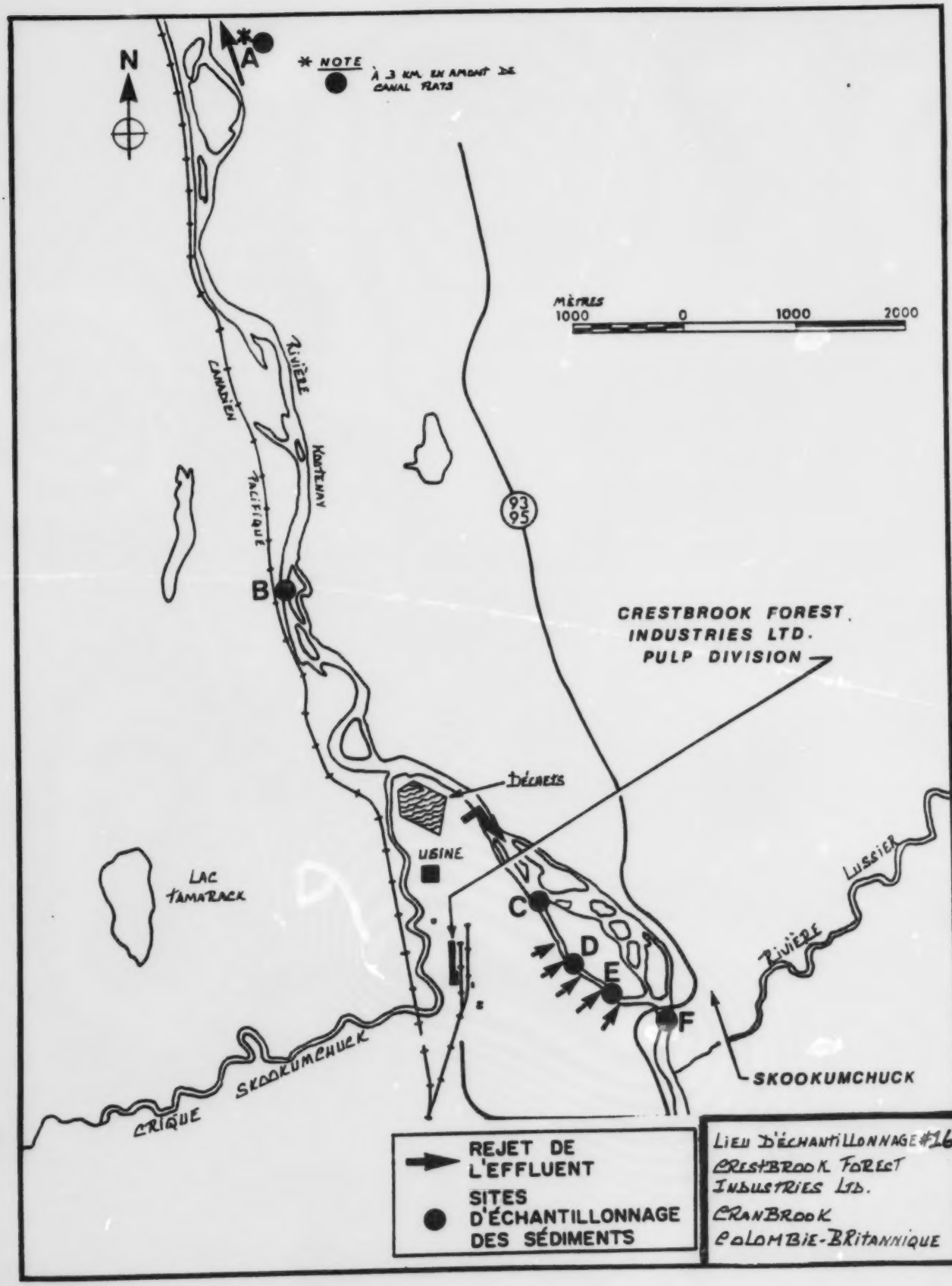

N
RIVIÈRE POWELL
VOIR DÉTAILS
POWELL RIVER
L. CANTERBURY
DÉTROIT DE MALASPINA
101
1000 0 1000 2000 METRES
N
POWELL RIVER
USINE KRAFT
ENTREPOSAGE DES COPEAUX
TOUT L'EFFLUENT DE L'USINE KRAFT
DIFFUSEUR
22 % DE L'EFFLUENT DE L'USINE
A
QUAI "A"
AIRE DES QUAIS
MALASPINA STRAIT
ENSILEUSE DES COPEAUX
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #10
MACMILLAN BLOEDEL LTD.
(POWELL RIVER DIV.)
POWELL RIVER
COLOMBIE-BRITANNIQUE

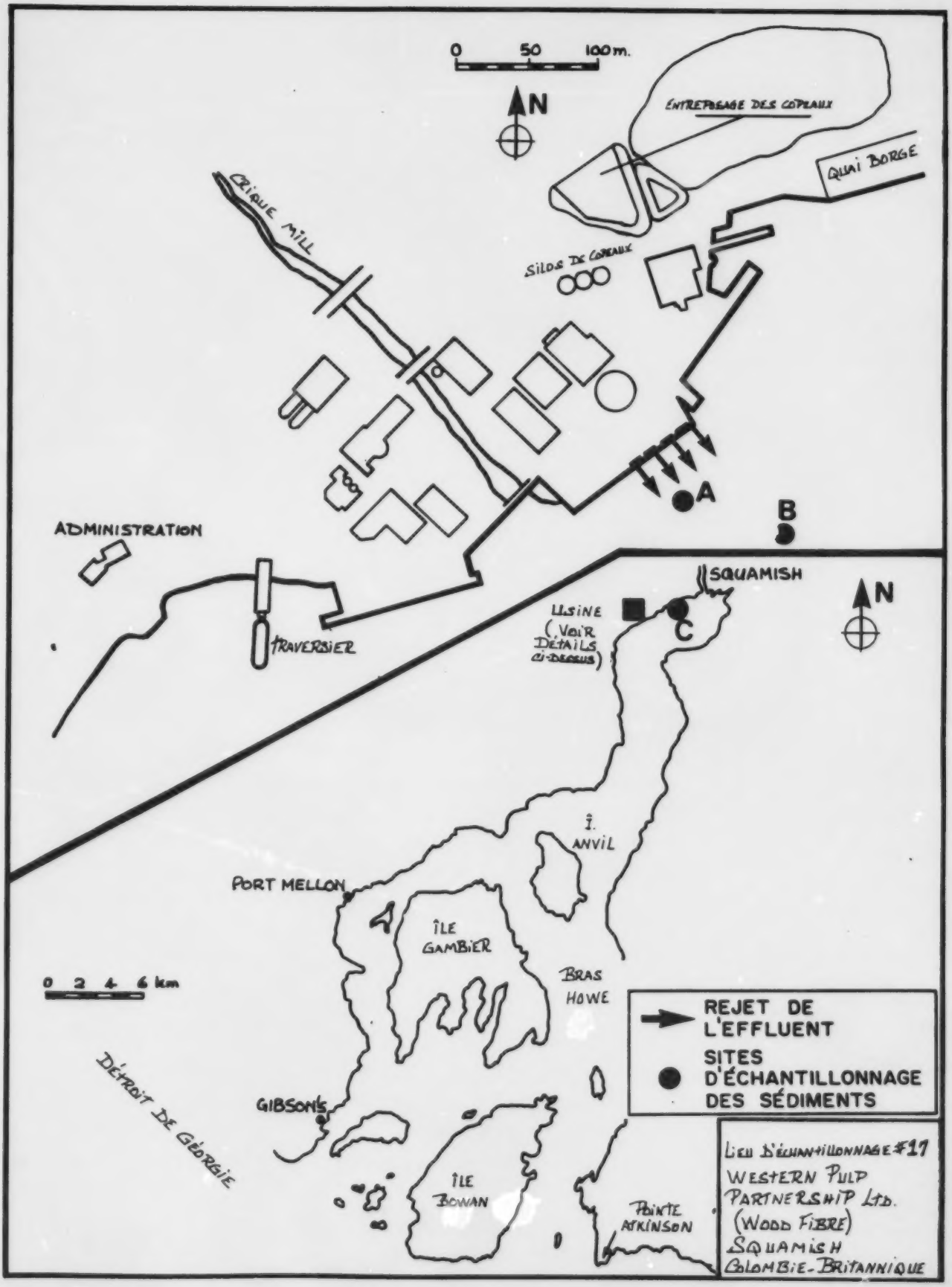

NORTHWOOD PULP & TIMBER CO.
N
97
EAUX USÉES
B.C.R.
DCB
RIVIÈRE FRASER
CN
CANFOR PRINCE GEORGE PULP & PAPER MILLS
PRINCE GEORGE PULP & INTER-CONTINENTAL PULP
NECHAKO
CN
ÎLE CACHE
RIVER
A
EAUX USÉES
RIVER
PRINCE
GEORGE
16
97
FRASER
B.C.R.
0 1000 2000 3000
METRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #11
NORTHWOOD PULP AND TIMBER LTD.
PRINCE GEORGE
COLOMBIE-BRITANNIQUE

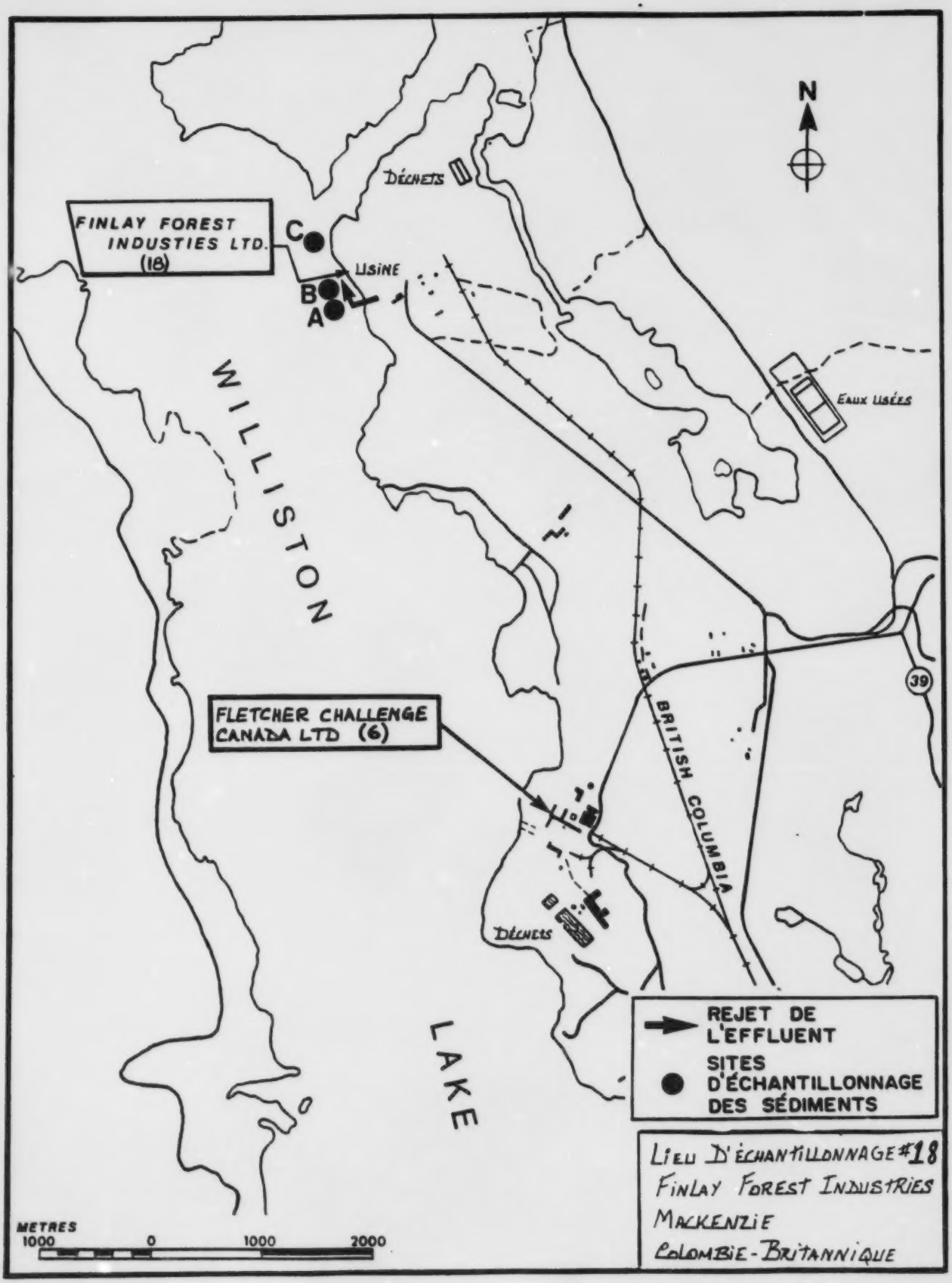

NOTE
A,B,C À ENVIRON 100 KM EN AMONT PRÈS DE HANSARD
A,B,C
NORTHWOOD PULP & TIMBER CO.
97
N
B.C.R.
EAUX USÉES
RIVIÈRE FRASER
CANFOR PRINCE GEORGE PULP & PAPER MILLS
PRINCE GEORGE PULP & INTER-CONTINENTAL PULP
CN
NECHAKO
CN
ÎLE CACHE
RIVER
D
EAUX USÉES
RIVER
E
PRINCE
GEORGE
16
97
FRASER
B.C.R.
0 1000 2000 3000
METRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #12 ET 13
CANFOR PRINCE GEORGE ET PRINCE GEORGE PULP ET INTERCONTINENTAL PULP LTD.
PRINCE GEORGE
COLOMBIE-BRITANNIQUE

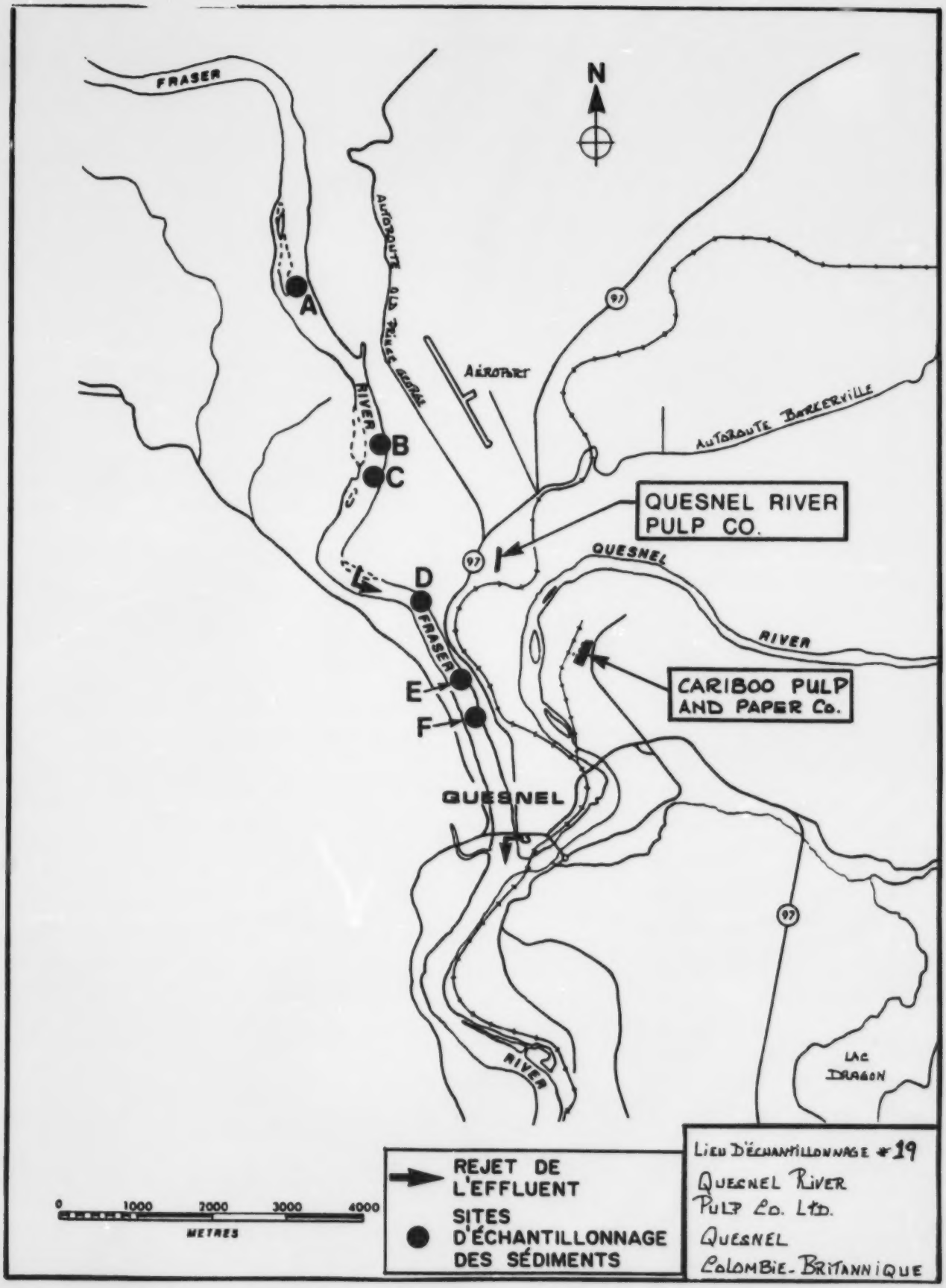

N
ÎLE KAEN
BASSIN WAINWRIGHT
WATSON ISLAND MILL
A
B
PORT DE PORTDISE
ÎLE RIDLEY
PÉNINSULE DE TSIMPSEAN
DÉTROIT DE CHATHAM
PASSAGE INVERNESS
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
0
1.0
2.0 km
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #14
SKEENA CELLULOSE INC.
PRINCE RUPERT
COLOMBIE-BRITANNIQUE

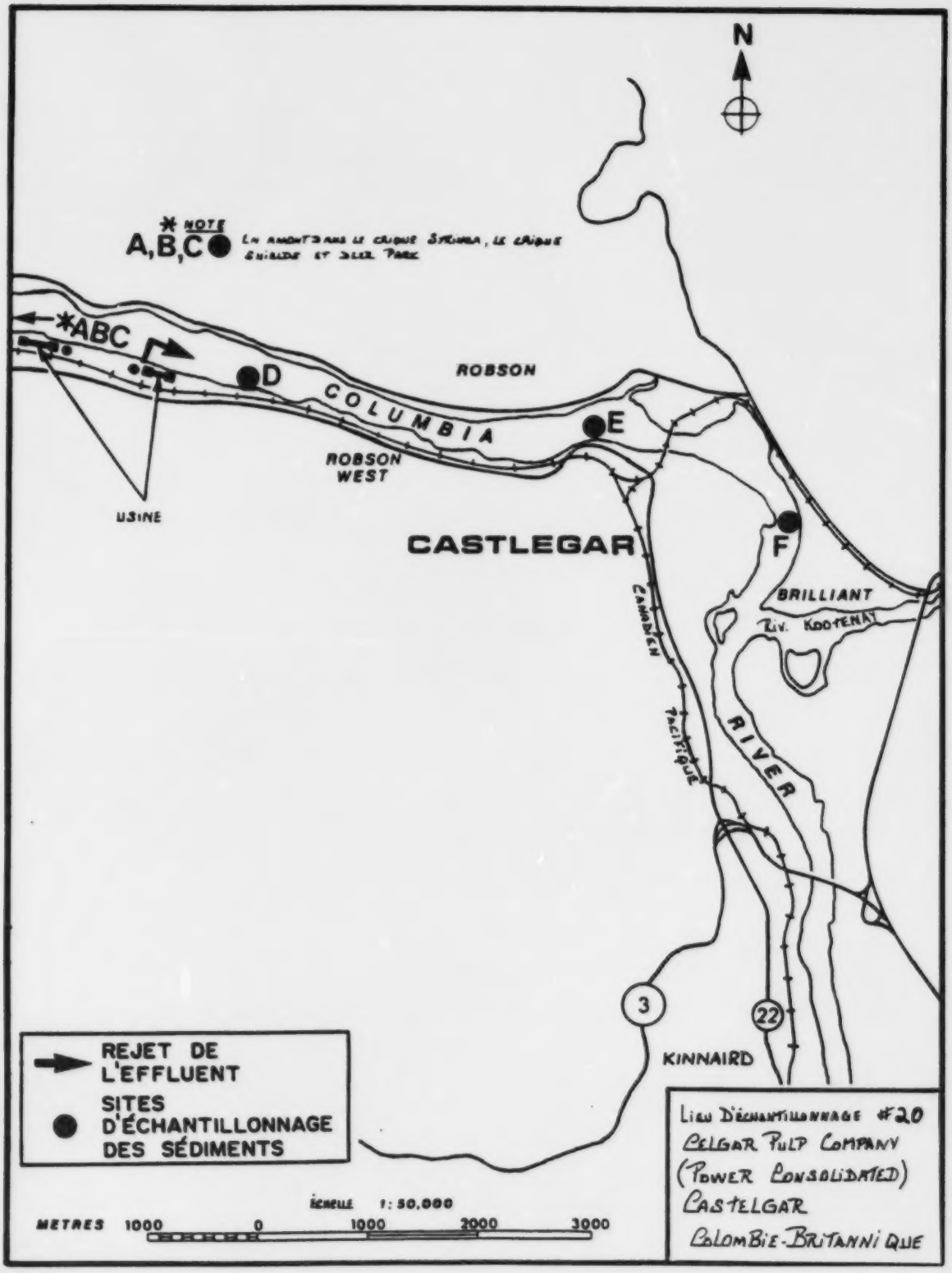

FRASER
AUTOROUTE OLD PRINCE GEORGE
RIVER
AÉROPORT
N
97
AUTOROUTE BARKERVILLE
QUESNEL RIVER PULP CO.
RIVIÈRE
FRASER
QUESNEL
CARIBOO PULP AND PAPER CO.
QUESNEL
B
C
D
A
RIVER
LAC DRAGON
0 1000 2000 3000 4000
METRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #15
CARIBOO PULP + PAPER COMPANY
QUESNEL
COLOMBIE-BRITANNIQUE

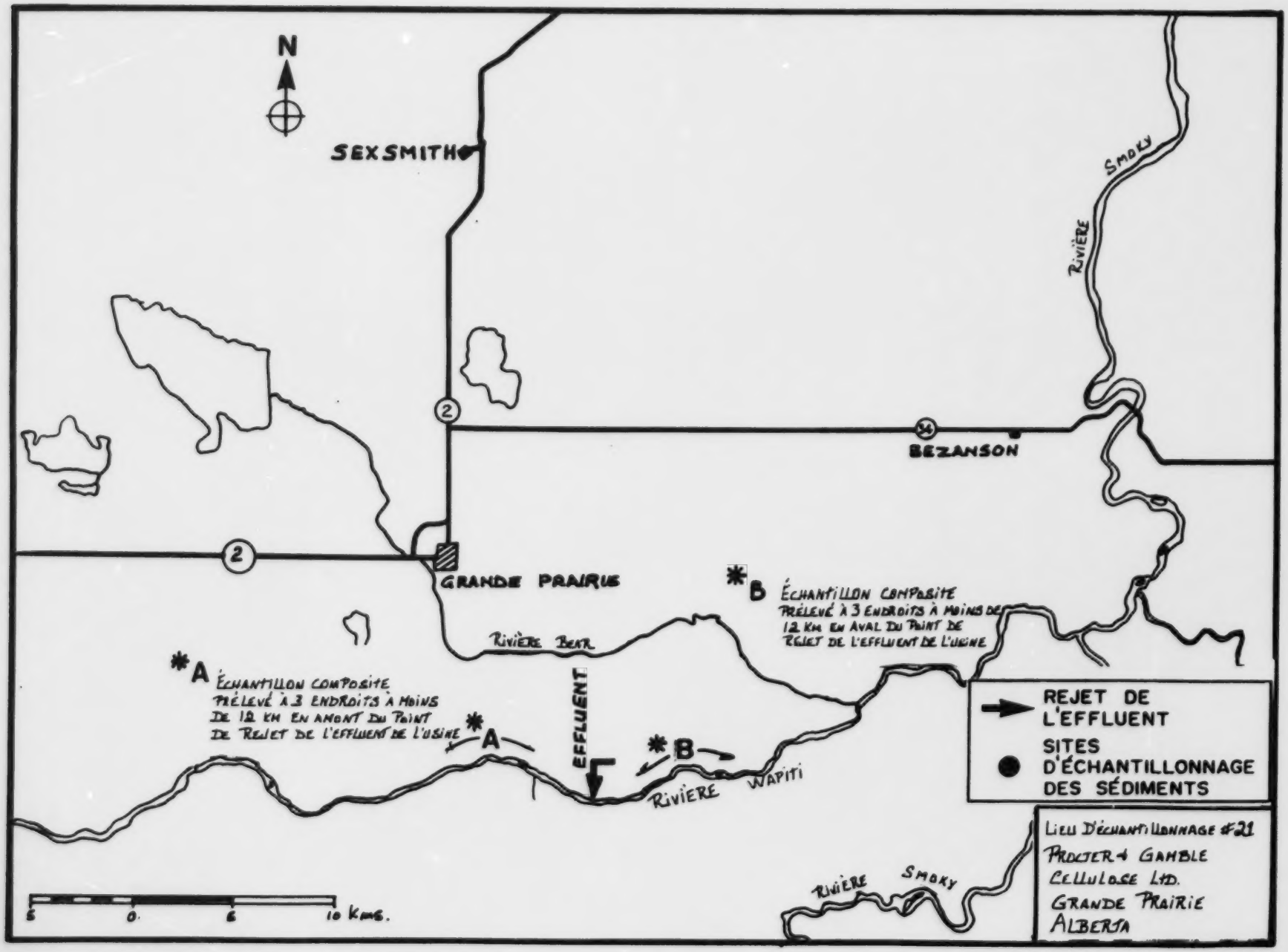

N
A
* NOTE
À 3 KM EN AMONT DE CANAL FLATS
MÈTRES
1000 0 1000 2000
RIVIÈRE KOOTENAY
CANADIEN PACIFIQUE
93 95
B
CRESTBROOK FOREST INDUSTRIES LTD. PULP DIVISION
DÉCHETS
USINE
LAC TAMARACK
C
D
E
F
RIVIÈRE LUSSIER
SKOOKUMCHUCK
CRIQUE SKOOKUMCHUCK
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #16
CRESTBROOK FOREST INDUSTRIES LTD.
CRANBROOK
COLOMBIE-BRITANNIQUE

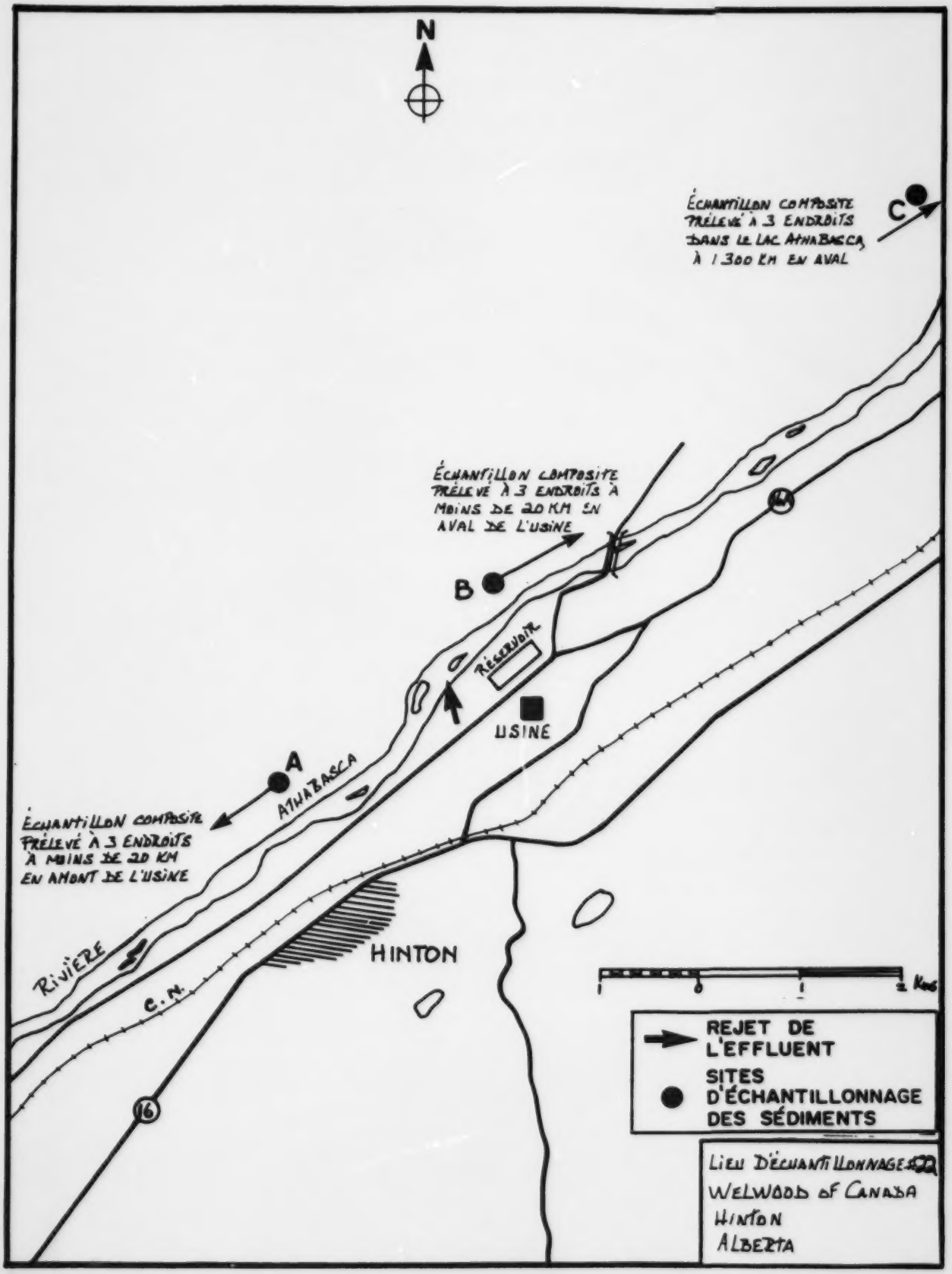

0 50 100m.
N
ENTREPOSAGE DES COPEAUX
QUAI BORGE
CRIQUE MILL
SILOS DE CÉRÉALES
A
B
ADMINISTRATION
TRAVERSIER
SQUAMISH
N
USINE
(VOIR DÉTAILS CI-DESSUS)
C
Î. ANVIL
PORT MELLON
ÎLE GAMBIER
BRAS HOWE
0 2 4 6 km
DÉTROIT DE GÉORGIE
GIBSONS
ÎLE BOWAN
POINTE ATKINSON
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #17
WESTERN PULP PARTNERSHIP LTD.
(WOOD FIBRE)
SQUAMISH
COLOMBIE-BRITANNIQUE

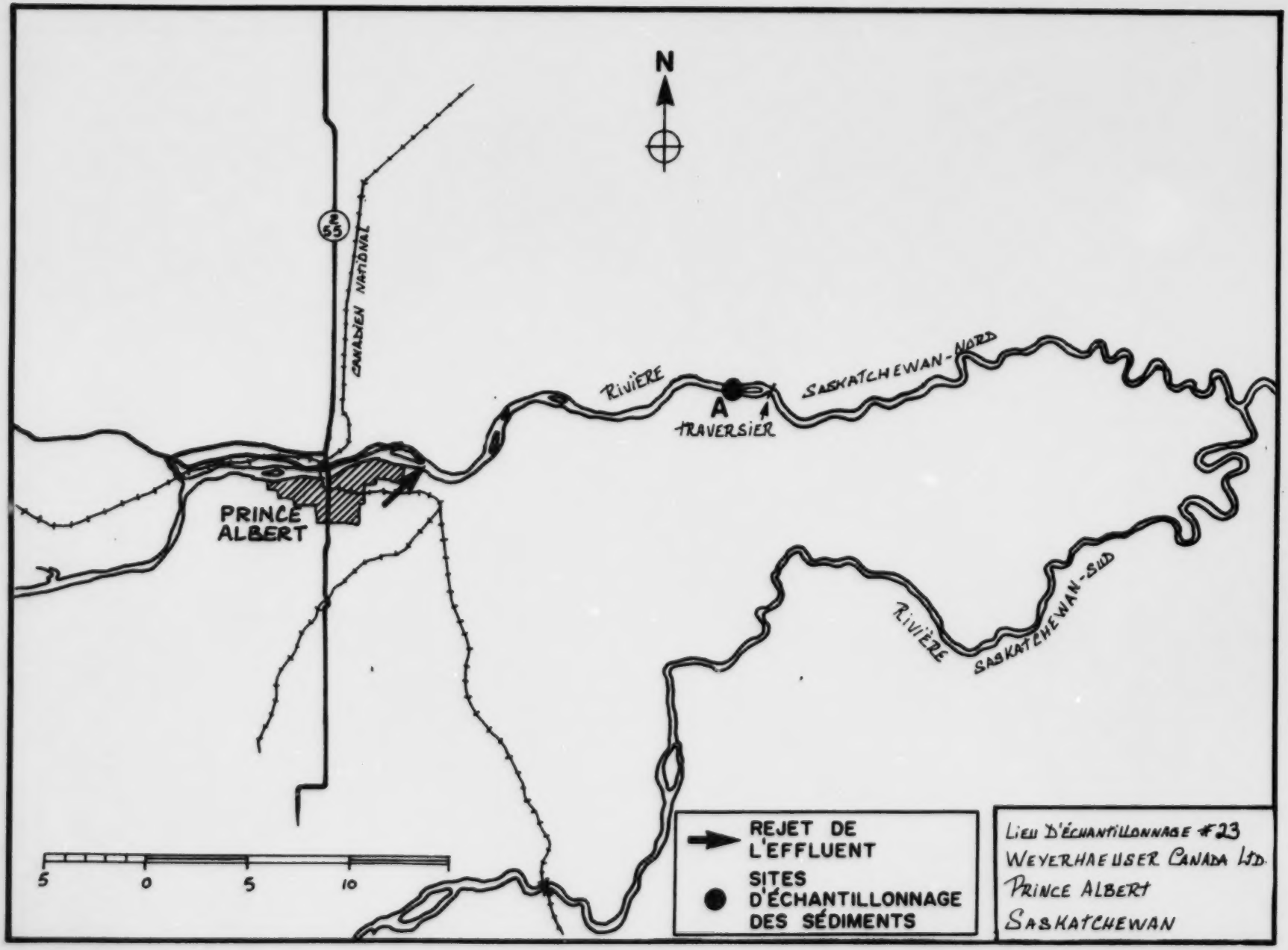

N
DÉCHETS
FINLAY FOREST INDUSTIES LTD. (18)
C
USINE
B
A
WILLISTON
EAUX USÉES
FLETCHER CHALLENGE CANADA LTD (6)
BRITISH COLUMBIA
39
DÉCHETS
LAKE
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
METRES
1000 0 1000 2000
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #18
FINLAY FOREST INDUSTRIES
MACKENZIE
COLOMBIE-BRITANNIQUE

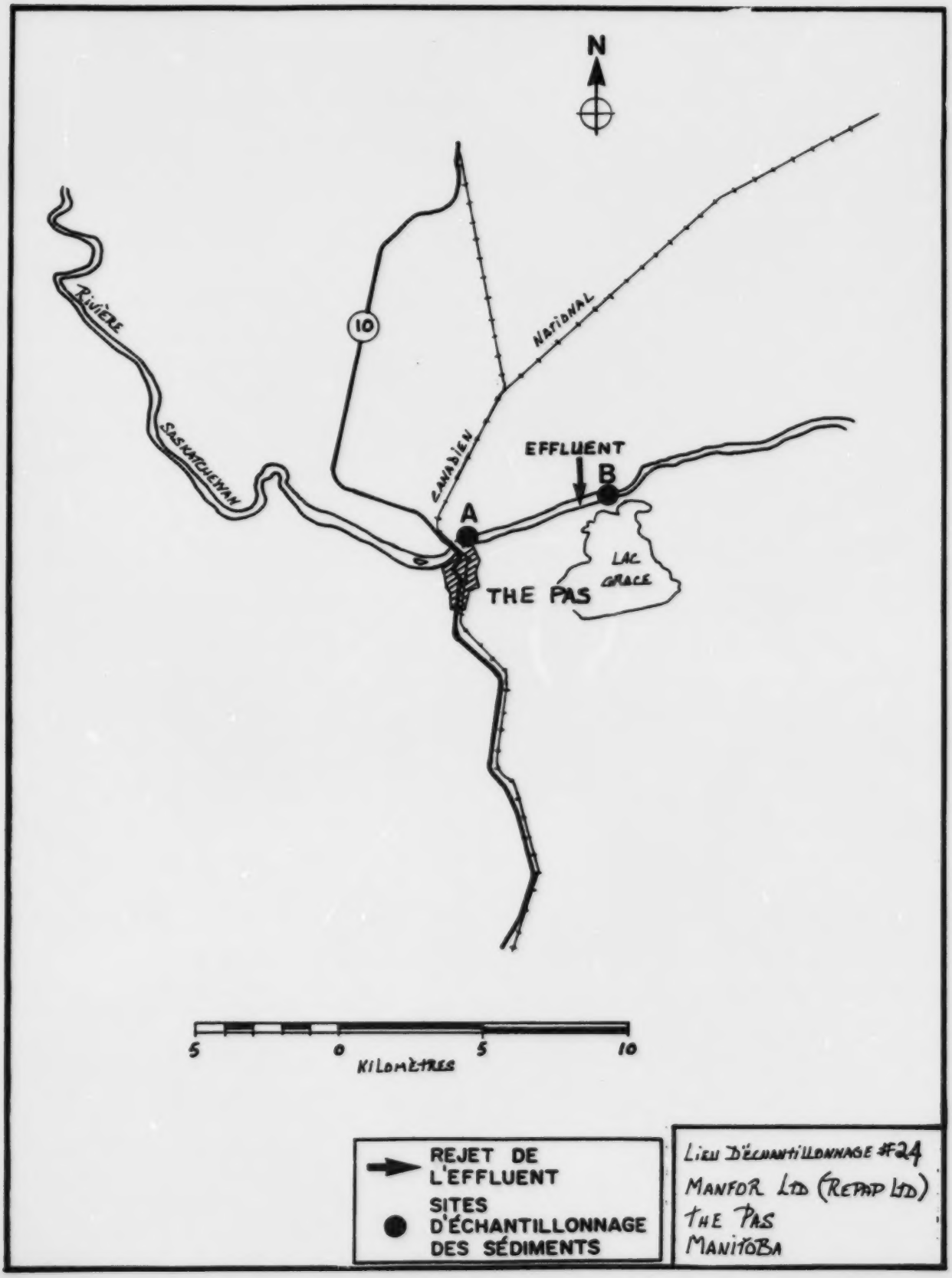

FRASER
N
AUTOROUTE OLD PRINCE GEORGE
A
RIVER
B
C
AÉROPORT
97
AUTOROUTE BARKERVILLE
QUESNEL RIVER PULP CO.
QUESNEL
D
FRASER
RIVER
E
CARIBOO PULP AND PAPER Co.
F
QUESNEL
97
RIVER
LAC DRAGON
0 1000 2000 3000 4000
METRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #19
QUESNEL RIVER PULP CO. LTD.
QUESNEL
COLOMBIE-BRITANNIQUE

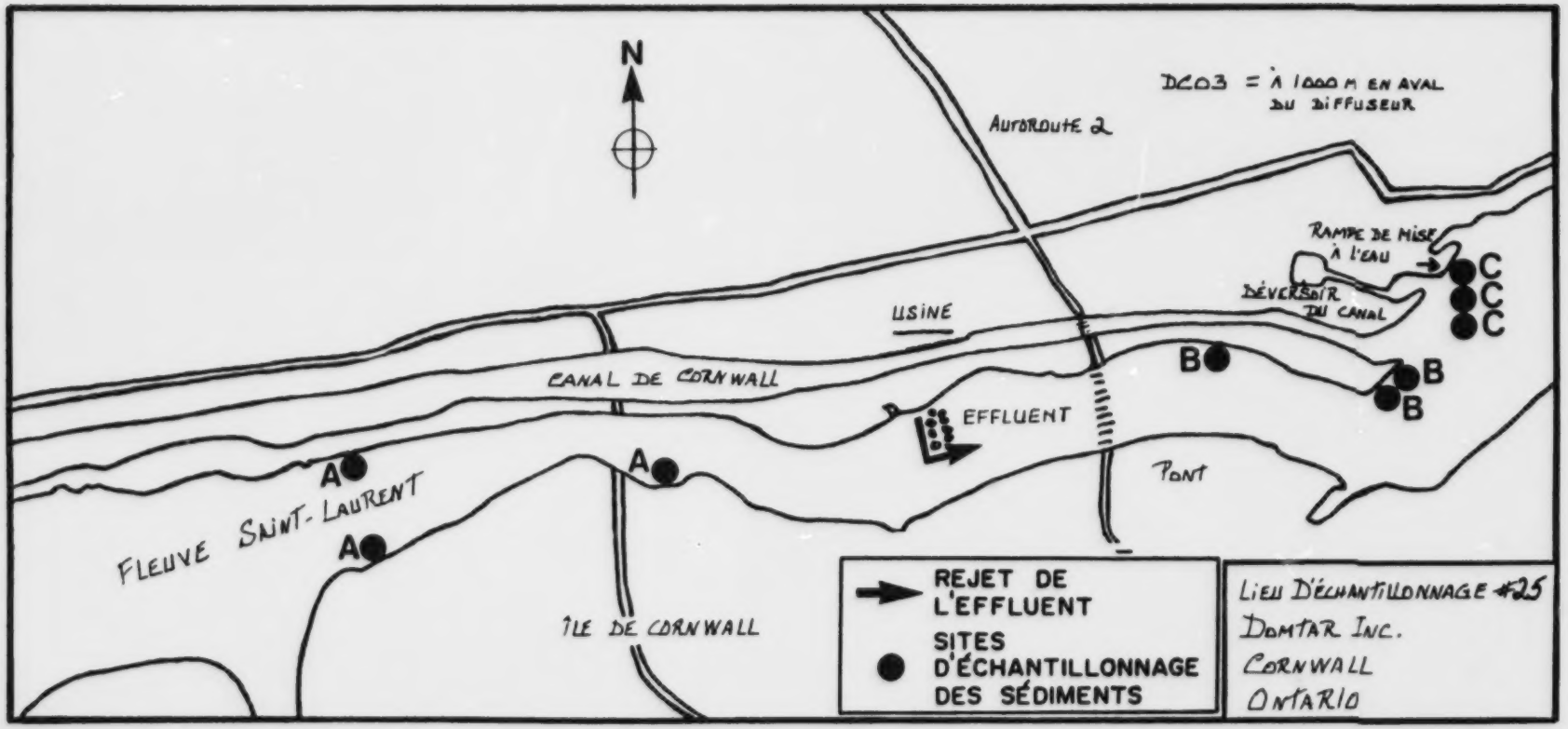

N
* NOTE
A,B,C ● LA RANGE DANS LE CRIQUE STRUMA, LE CRIQUE ENDALDE ET DEER PARK
*ABC
D
COLUMBIA
ROBSON
E
ROBSON WEST
USINE
CASTLEGAR
F
BRILLIANT
RIV. KOOTENAY
CANADIEN PACIFIQUE
RIVER
3
22
KINNAIRD
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
ÉCHELLE 1:50,000
METRES 1000 0 1000 2000 3000
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #20
CELGAR PULP COMPANY
(POWER CONSOLIDATED)
CASTELGAR
COLOMBIE-BRITANNIQUE

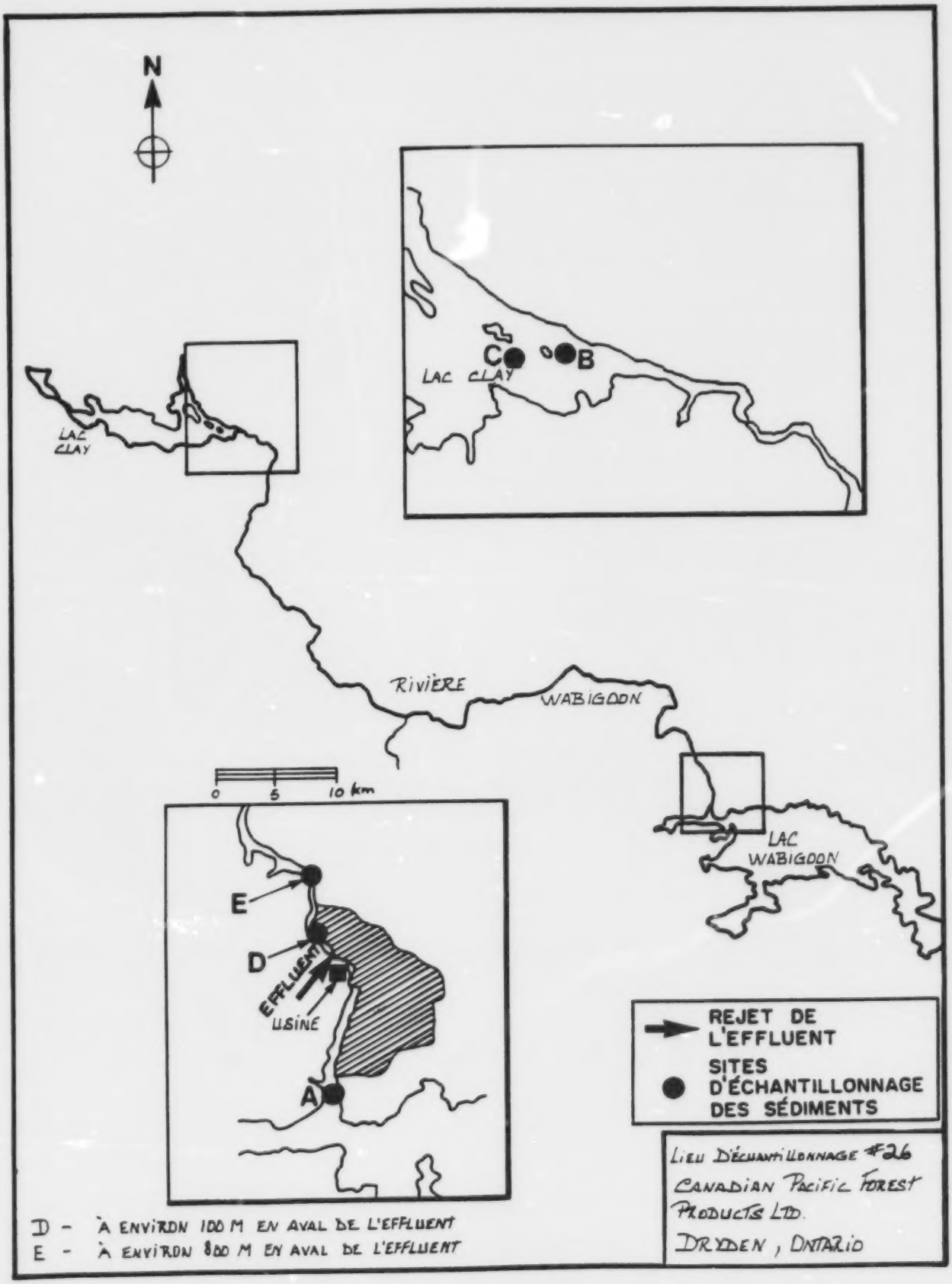

N
SEXSMITH
SMOKY
RIVIÈRE
2
34
BEZANSON
2
GRANDE PRAIRIE
B
ÉCHANTILLON COMPOSITE
PRÉLEVÉ À 3 ENDROITS À MOINS DE
12 KM EN AVAL DU POINT DE
REJET DE L'EFFLUENT DE L'USINE
RIVIÈRE BEAR
A
ÉCHANTILLON COMPOSITE
PRÉLEVÉ À 3 ENDROITS À MOINS
DE 12 KM EN AMONT DU POINT
DE REJET DE L'EFFLUENT DE L'USINE
A
EFFLUENT
B
RIVIÈRE WAPITI
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #21
PROJET 4 GAMBLE
CELLULOSE LTD.
GRANDE PRAIRIE
ALBERTA
RIVIÈRE SMOKY
5 0 5 10 KMS.


N
ÉCHANTILLON COMPOSITE PRÉLEVÉ À 3 ENDROITS DANS LE LAC ATHABASCA À 1 300 KM EN AVAL
C
ÉCHANTILLON COMPOSITE PRÉLEVÉ À 3 ENDROITS À MOINS DE 20 KM EN AVAL DE L'USINE
B
RÉSERVOIR
USINE
A
ATHABASCA
ÉCHANTILLON COMPOSITE PRÉLEVÉ À 3 ENDROITS À MOINS DE 20 KM EN AMONT DE L'USINE
RIVIÈRE
C.N.
16
HINTON
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE
WELWOOD of CANADA
HINTON
ALBERTA

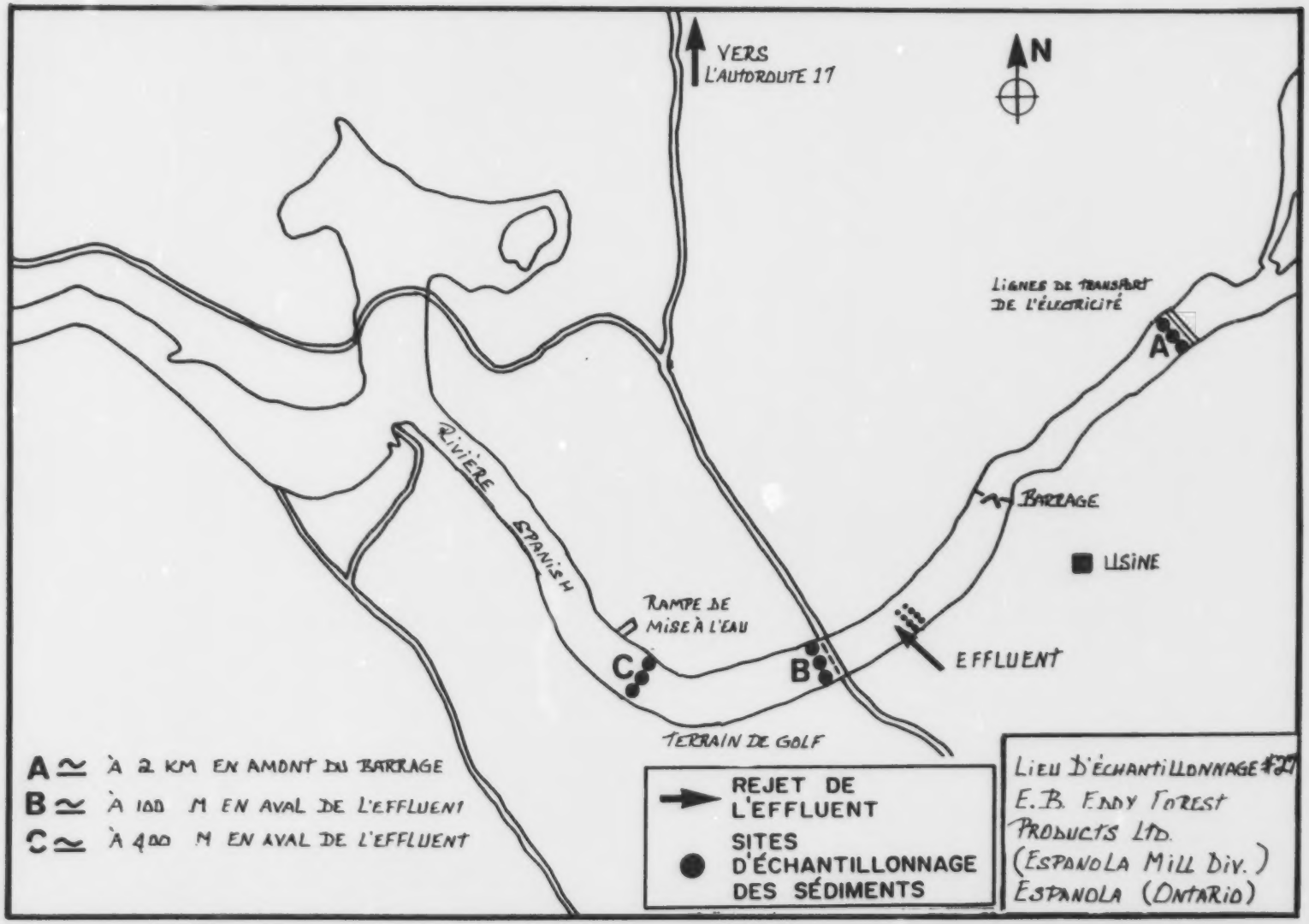

N
No 55
CANADIEN NATIONAL
RIVIÈRE SASKATCHEWAN-NORD
A
TRAVERSIER
PRINCE ALBERT
RIVIÈRE SASKATCHEWAN-SUD
5 0 5 10
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #23
WEYERHAEUSER CANADA LTD.
PRINCE ALBERT
SASKATCHEWAN

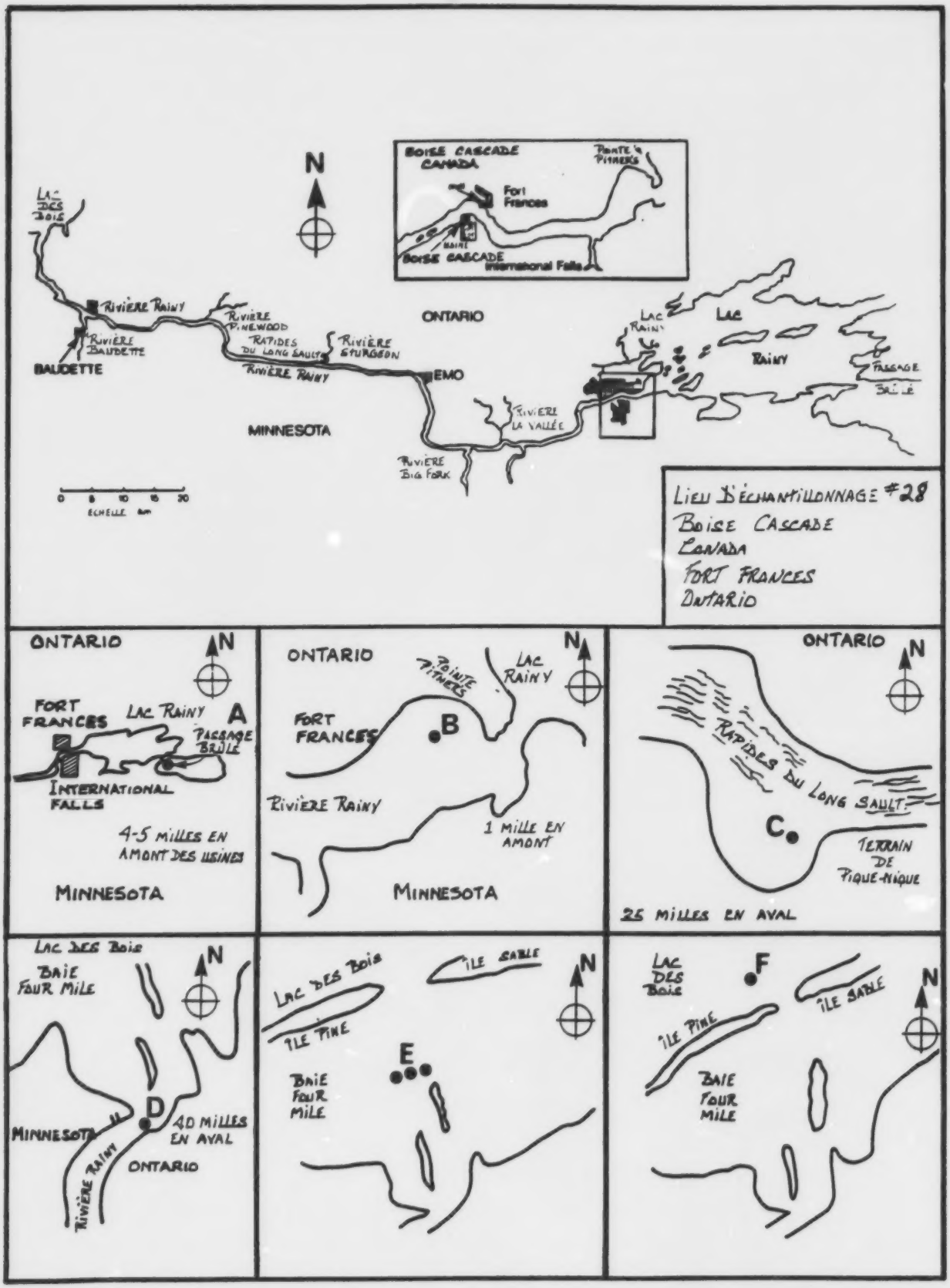

N
RIVIÈRE
SASKATCHEWAN
10
NATIONAL
CANADIEN
EFFLUENT
A
B
LAC
GRACE
THE PAS
5
0
5
10
KILOMÈTRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #24
MANFOR LTD (REPAP LTD)
THE PAS
MANITOBA

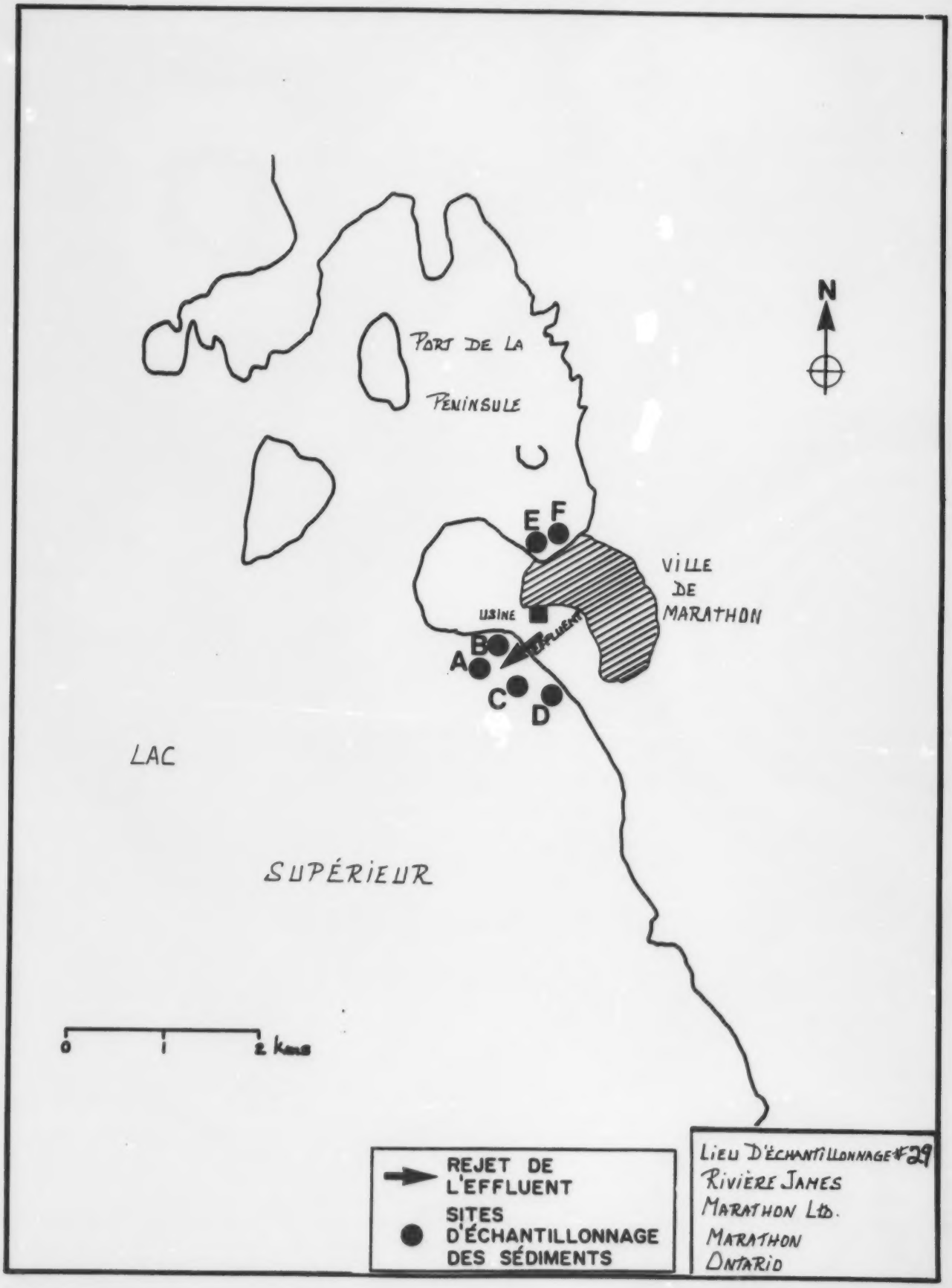

N
DC03 = À 1000 M EN AVAL DU DIFFUSEUR
AUTOROUTE 2
RAMPE DE MISE À L'EAU
DÉVERSOIR DU CANAL
USINE
CANAL DE CORNWALL
EFFLUENT
PONT
FLEUVE SAINT-LAURENT
ÎLE DE CORNWALL
A
B
C
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #25
DOMTAR INC.
CORNWALL
ONTARIO

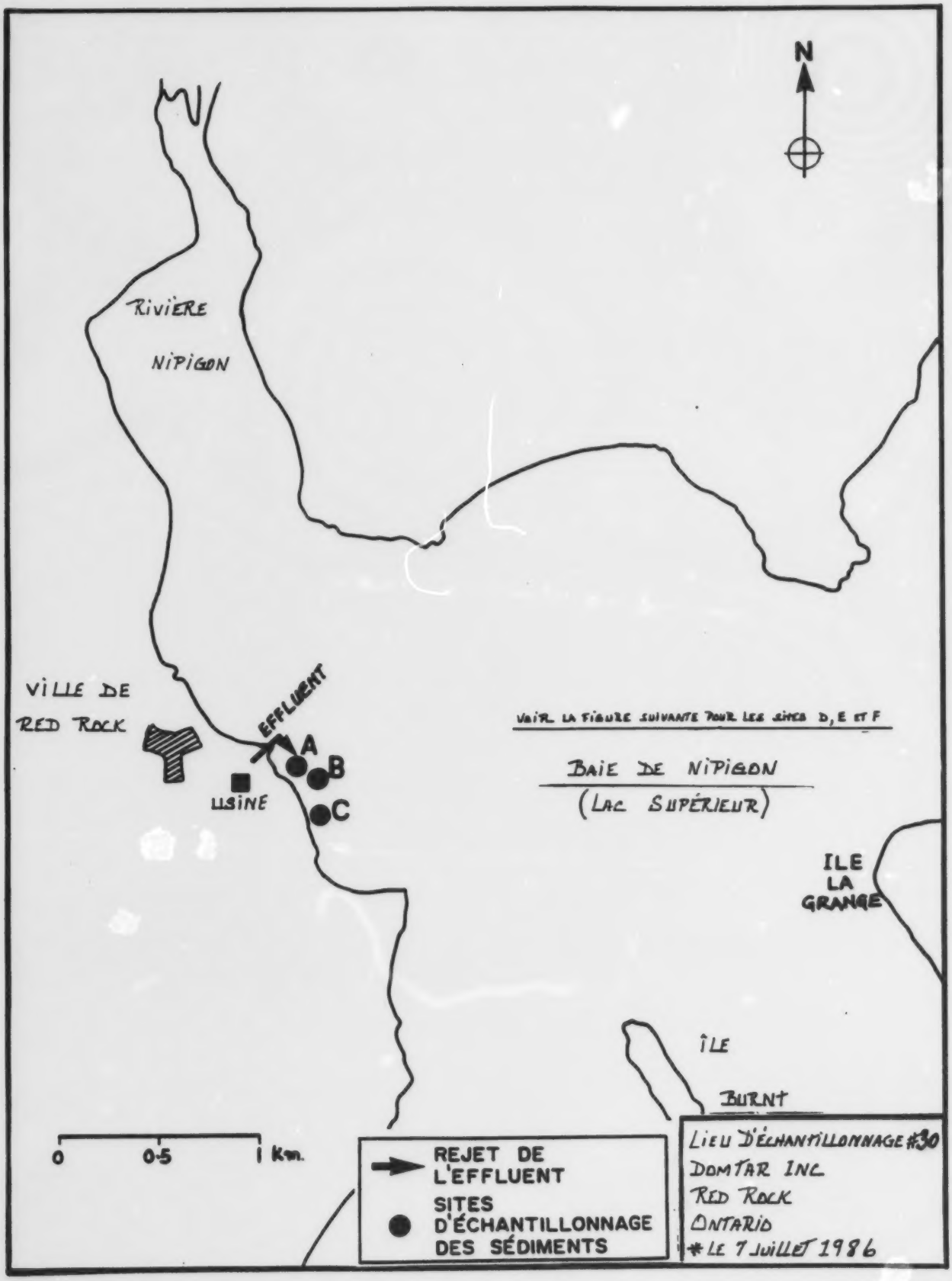


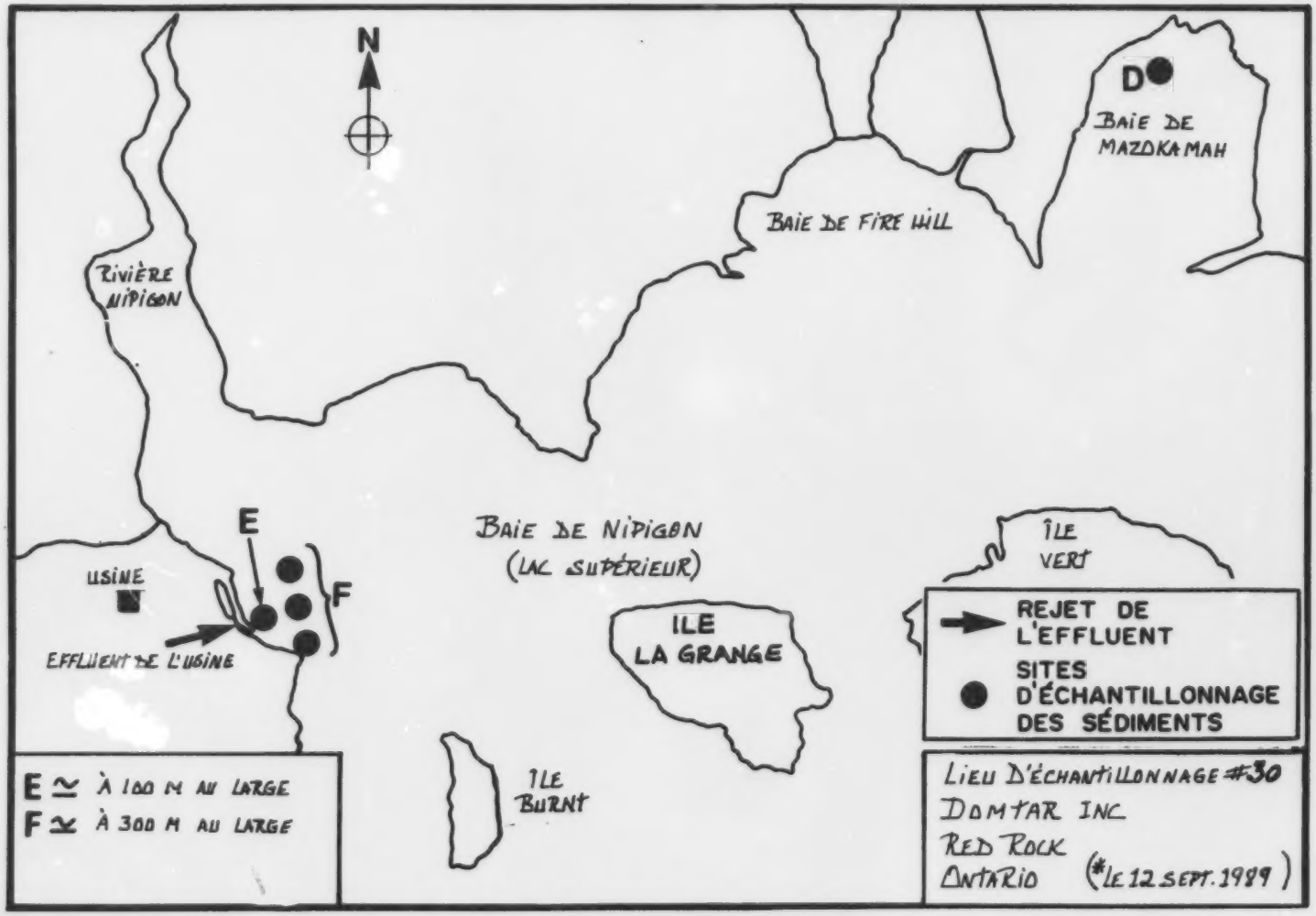
D - À ENVIRON 100 M EN AVAL DE L'EFFLUENT
E - À ENVIRON 800 M EN AVAL DE L'EFFLUENT

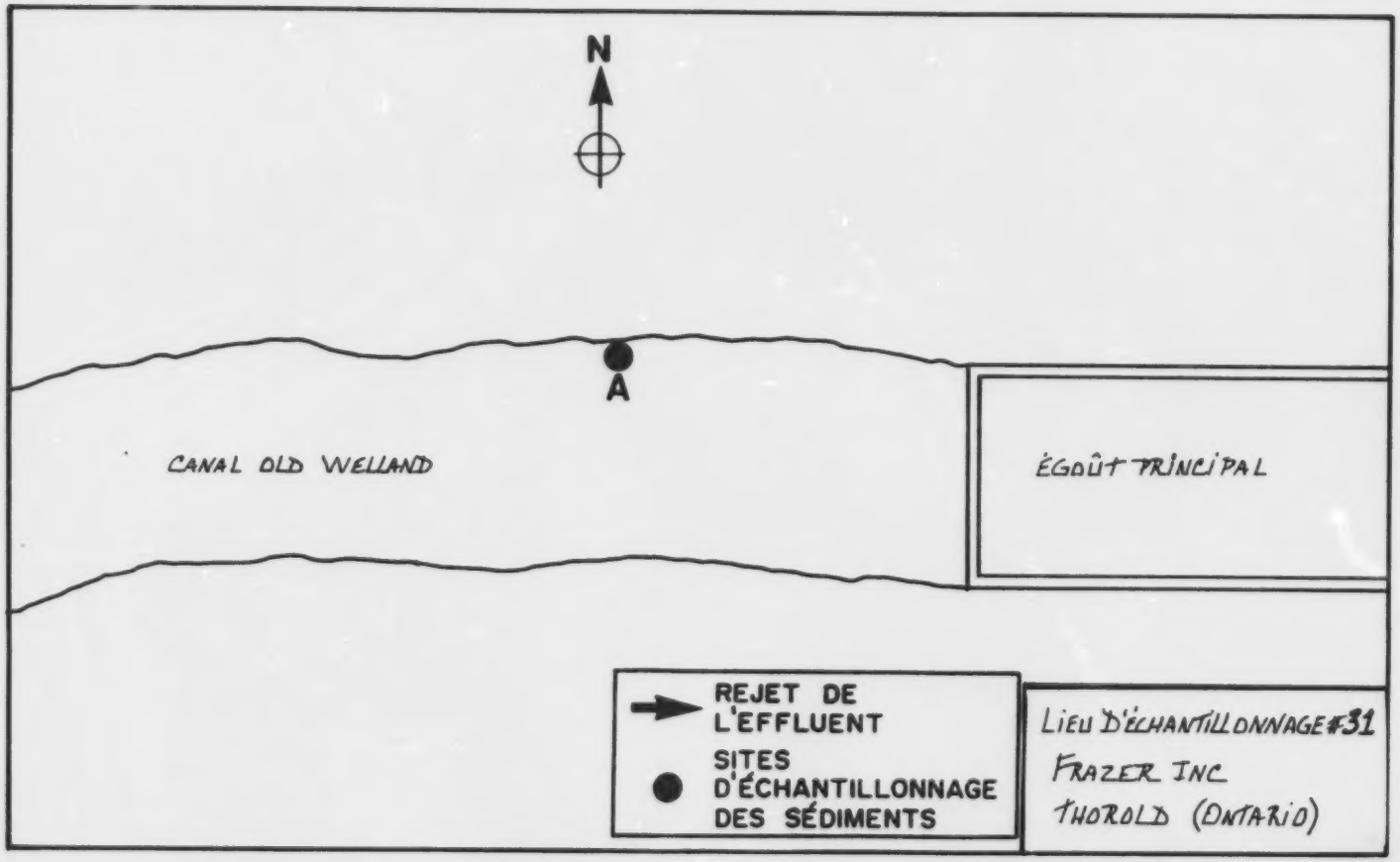

VERS
L'AUTOROUTE 17
N
LIGNES DE TRANSPORT
DE L'ÉLECTRICITÉ
A
BARRAGE
USINE
RIVIÈRE SPANISH
RAMPE DE
MISE À L'EAU
C
B
EFFLUENT
TERRAIN DE GOLF
A ≃ À 2 KM EN AMONT DU BARRAGE
B ≃ À 100 M EN AVAL DE L'EFFLUENT
C ≃ À 400 M EN AVAL DE L'EFFLUENT
REJET DE
L'EFFLUENT
SITES
D'ÉCHANTILLONNAGE
DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #20
E.B. EDDY FOREST
PRODUCTS LTD.
(ESPANOLA MILL DIV.)
ESPANOLA (ONTARIO)

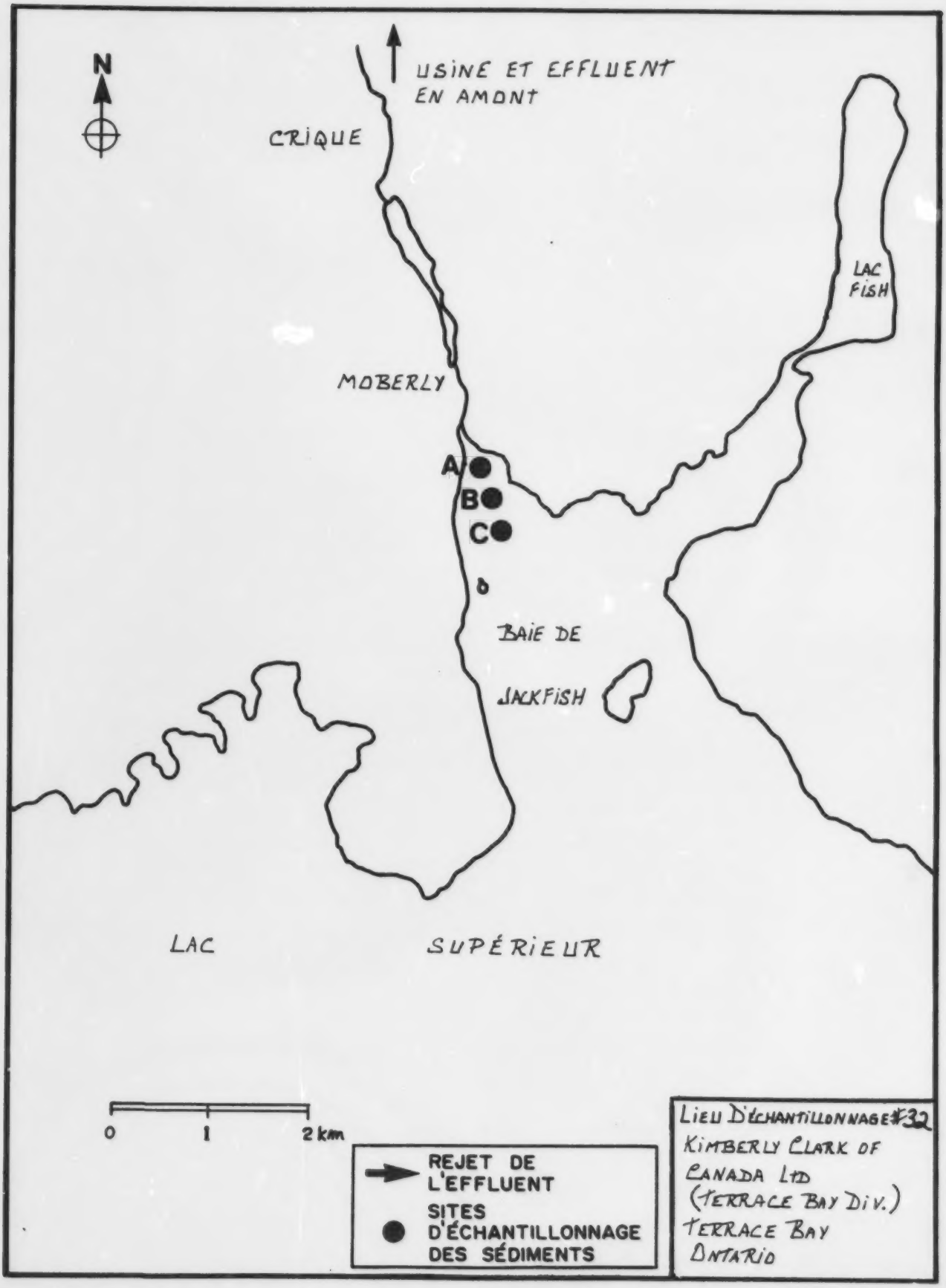

N
BOISE CASCADE CANADA
Pointe Pitners
Fort Frances
MAINE
BOISE CASCADE International Falls
LAC DES BOIS
RIVIÈRE RAINY
RIVIÈRE PINEWOOD
RIVIÈRE BAUDETTE
BAUDETTE
RAPIDES DU LONG SAULT
RIVIÈRE STURGEON
RIVIÈRE RAINY
ONTARIO
EMO
MINNESOTA
RIVIÈRE LA VALLÉE
RIVIÈRE BIG FORK
LAC RAINY
LAC RAINY
PASSAGE BRULÉ
0 5 10 15 20
ECHELLE km
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #28
BOISE CASCADE
CANADA
FORT FRANCES
ONTARIO
ONTARIO
N
FORT FRANCES
LAC RAINY
A
PASSAGE BRULÉ
INTERNATIONAL FALLS
4-5 MILLES EN AMONT DES USINES
MINNESOTA
ONTARIO
N
POINTE PITNERS
LAC RAINY
FORT FRANCES
B
RIVIÈRE RAINY
1 MILLE EN AMONT
MINNESOTA
ONTARIO
N
RAPIDES DU LONG SAULT
C
TERRAIN DE PIQUE-NIQUE
25 MILLES EN AVAL
LAC DES BOIS
BAIE FOUR MILE
N
D
MINNESOTA
40 MILLES EN AVAL
ONTARIO
RIVIÈRE RAINY
LAC DES BOIS
ILE SABLE
N
ILE PINE
E
BAIE FOUR MILE
LAC DES BOIS
F
ILE SABLE
N
ILE PINE
BAIE FOUR MILE

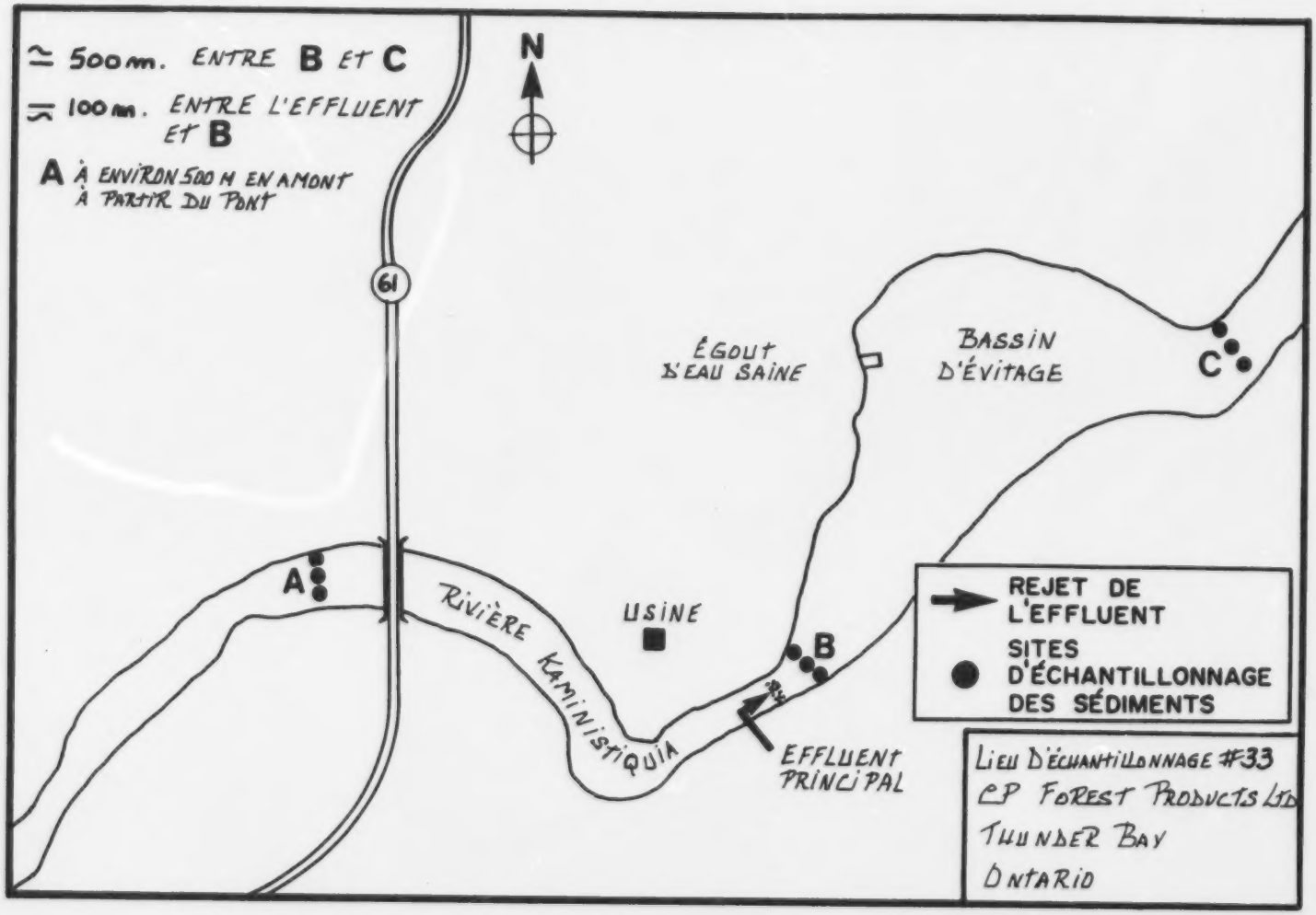

N
PORT DE LA
PÉNINSULE
E
F
VILLE
DE
MARATHON
USINE
EFFLUENT
B
A
C
D
LAC
SUPÉRIEUR
0
1
2 kms
REJET DE
L'EFFLUENT
SITES
D'ÉCHANTILLONNAGE
DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #29
RIVIÈRE JAMES
MARATHON LTD.
MARATHON
ONTARIO

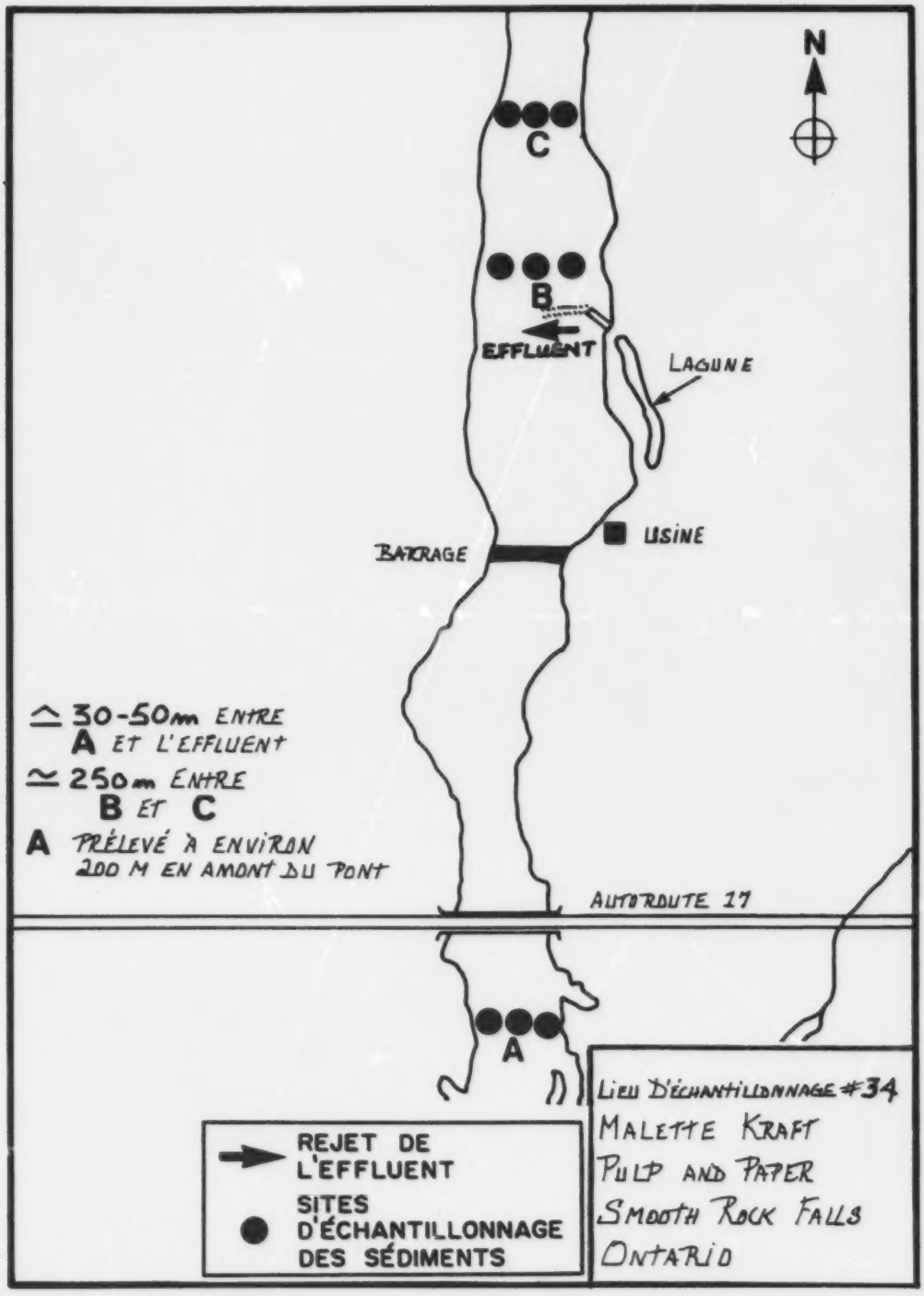

N
RIVIÈRE NIPIGON
VILLE DE RED ROCK
EFFLUENT
A
B
C
USINE
VOIR LA FIGURE SUIVANTE POUR LES SITES D, E ET F
BAIE DE NIPIGON
(LAC SUPÉRIEUR)
ILE LA GRANGE
ÎLE BURNT
0 0·5 1 km.
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #30
DOMTAR INC.
RED ROCK
ONTARIO
* LE 7 JUILLET 1986

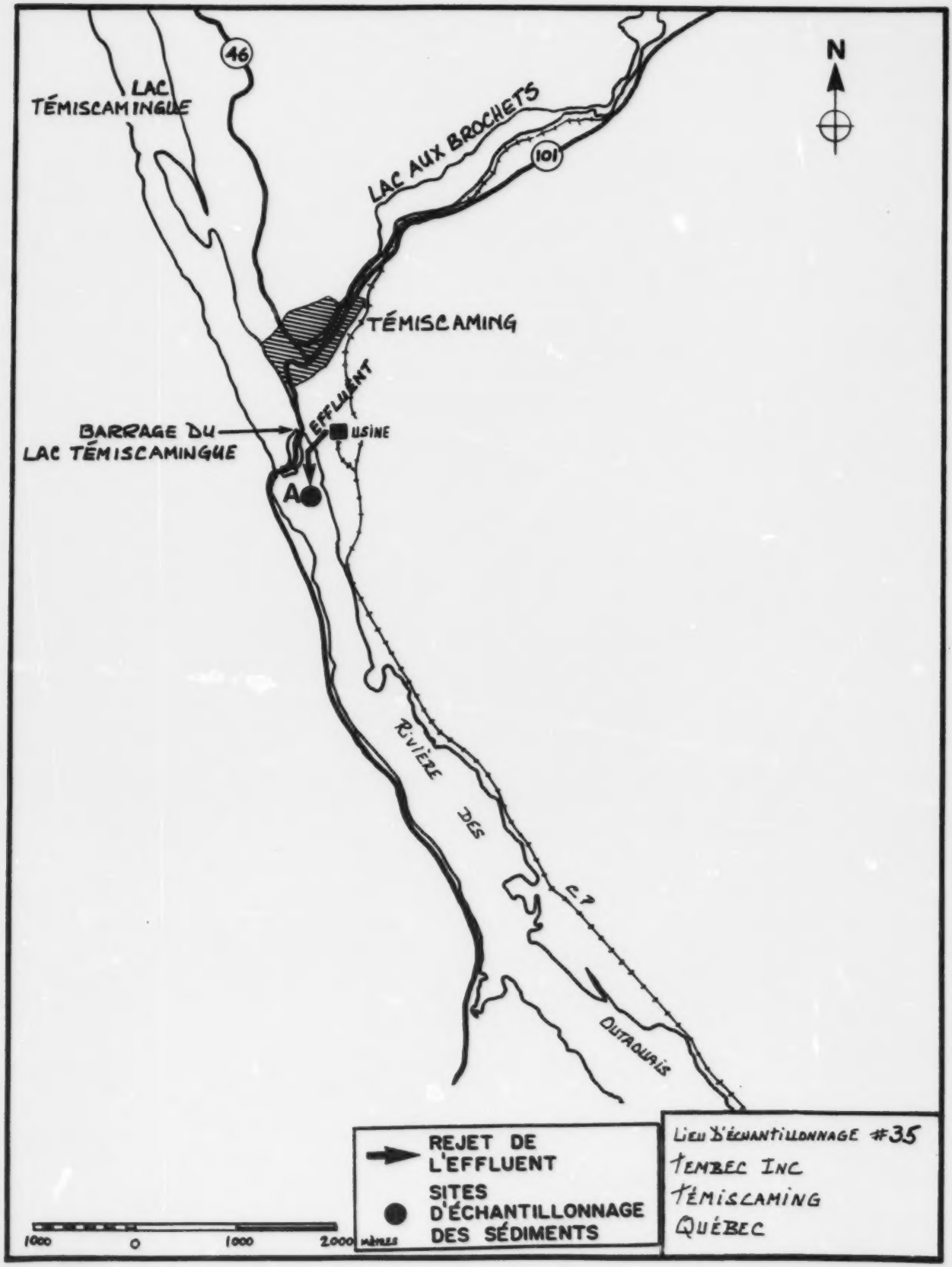

N
D
BAIE DE MAZOKAMAH
BAIE DE FIRE HILL
RIVIÈRE NIPIGON
E
F
USINE
EFFLUENT DE L'USINE
BAIE DE NIPIGON (LAC SUPÉRIEUR)
ILE LA GRANGE
ILE VERT
ILE BURNT
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
E ≃ À 100 M AU LARGE
F ≃ À 300 M AU LARGE
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #30
DOMTAR INC
RED ROCK
ONTARIO
(*LE 12 SEPT. 1989)

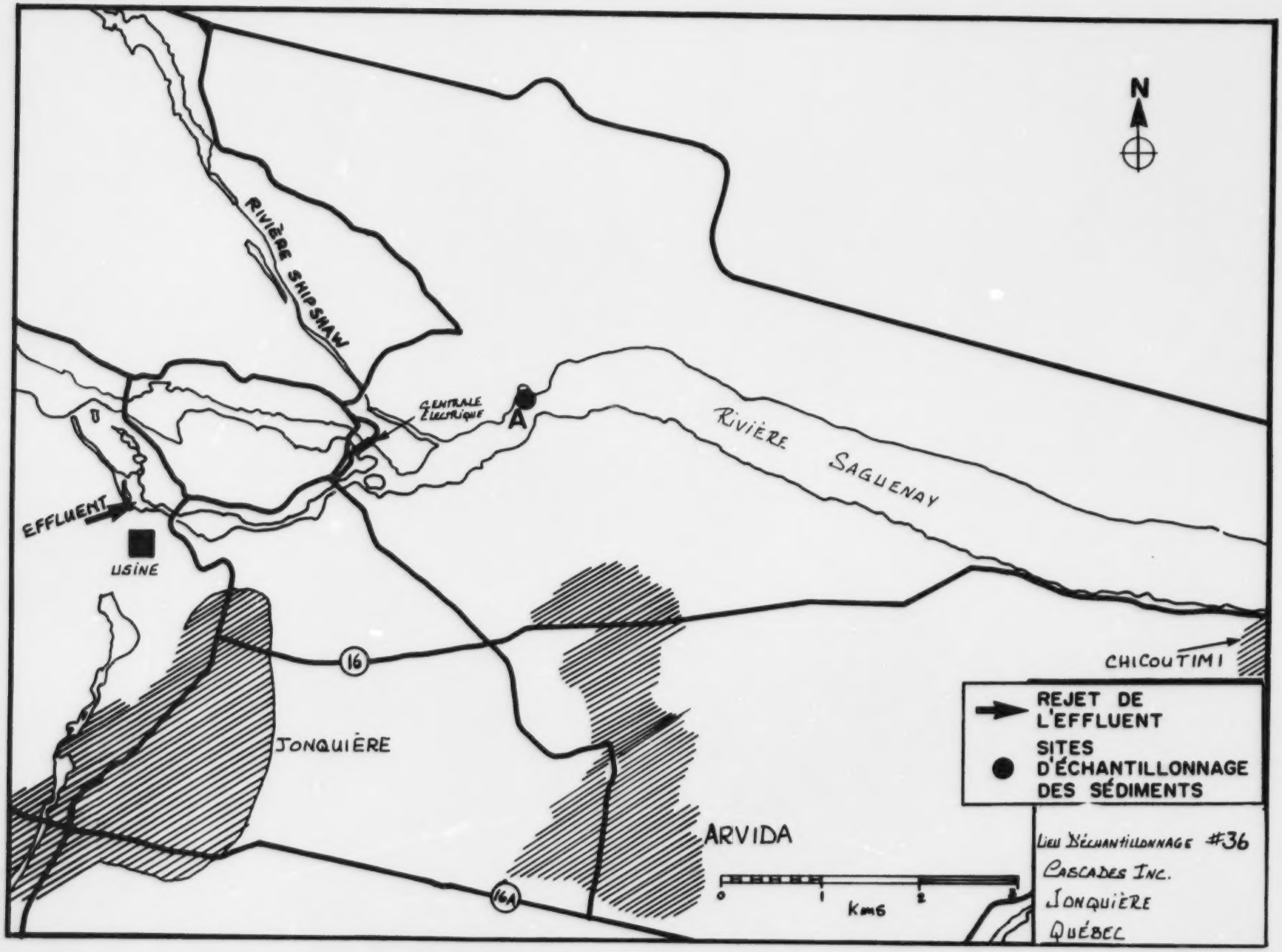

N
A
CANAL OLD WELLAND
ÉGOÛT PRINCIPAL
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #31
FRAZER INC.
THOROLD (ONTARIO)

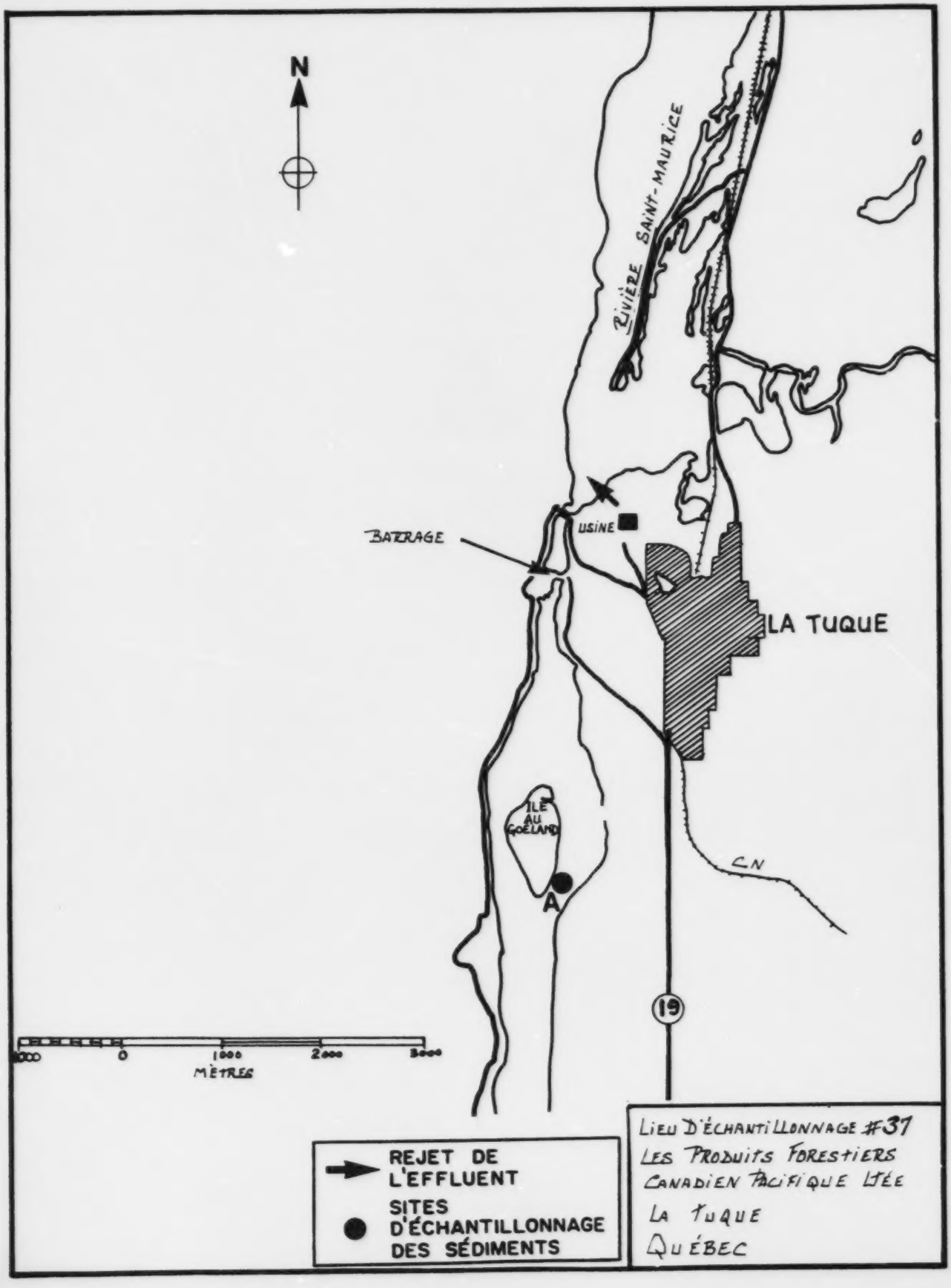

N
USINE ET EFFLUENT EN AMONT
CRIQUE
LAC FISH
MOBERLY
A
B
C
BAIE DE JACKFISH
LAC SUPÉRIEUR
0 1 2 km
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #32
KIMBERLY CLARK OF CANADA LTD
(TERRACE BAY DIV.)
TERRACE BAY
ONTARIO

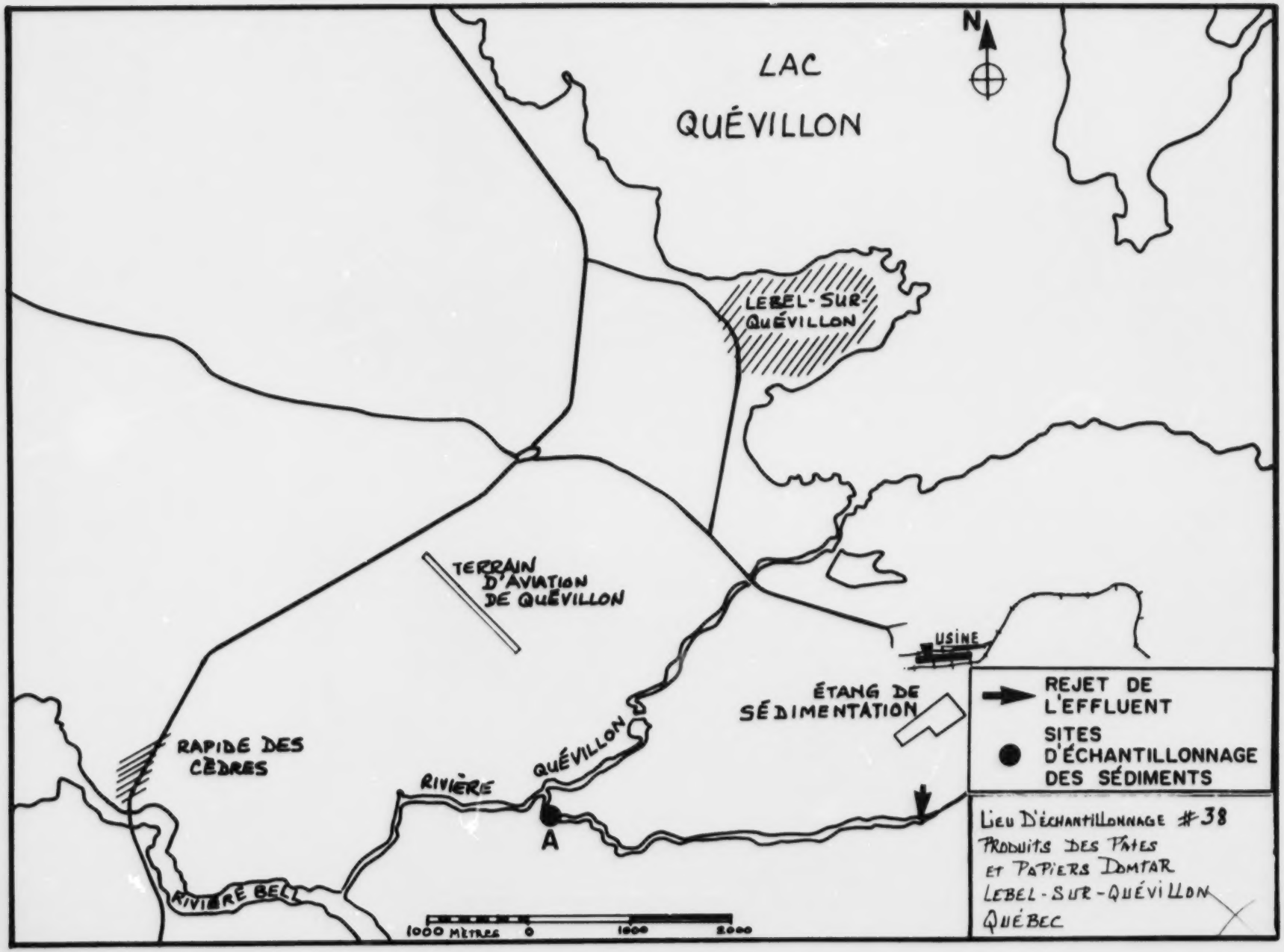

≃ 500 m. ENTRE B ET C
≤ 100 m. ENTRE L'EFFLUENT ET B
A À ENVIRON 500 M EN AMONT À PARTIR DU PONT
N
61
ÉGOUT D'EAU SAINE
BASSIN D'ÉVITAGE
C
A
RIVIÈRE KAMINISTIQUIA
USINE
B
EFFLUENT PRINCIPAL
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #33
CP FOREST PRODUCTS LTD
THUNDER BAY
ONTARIO

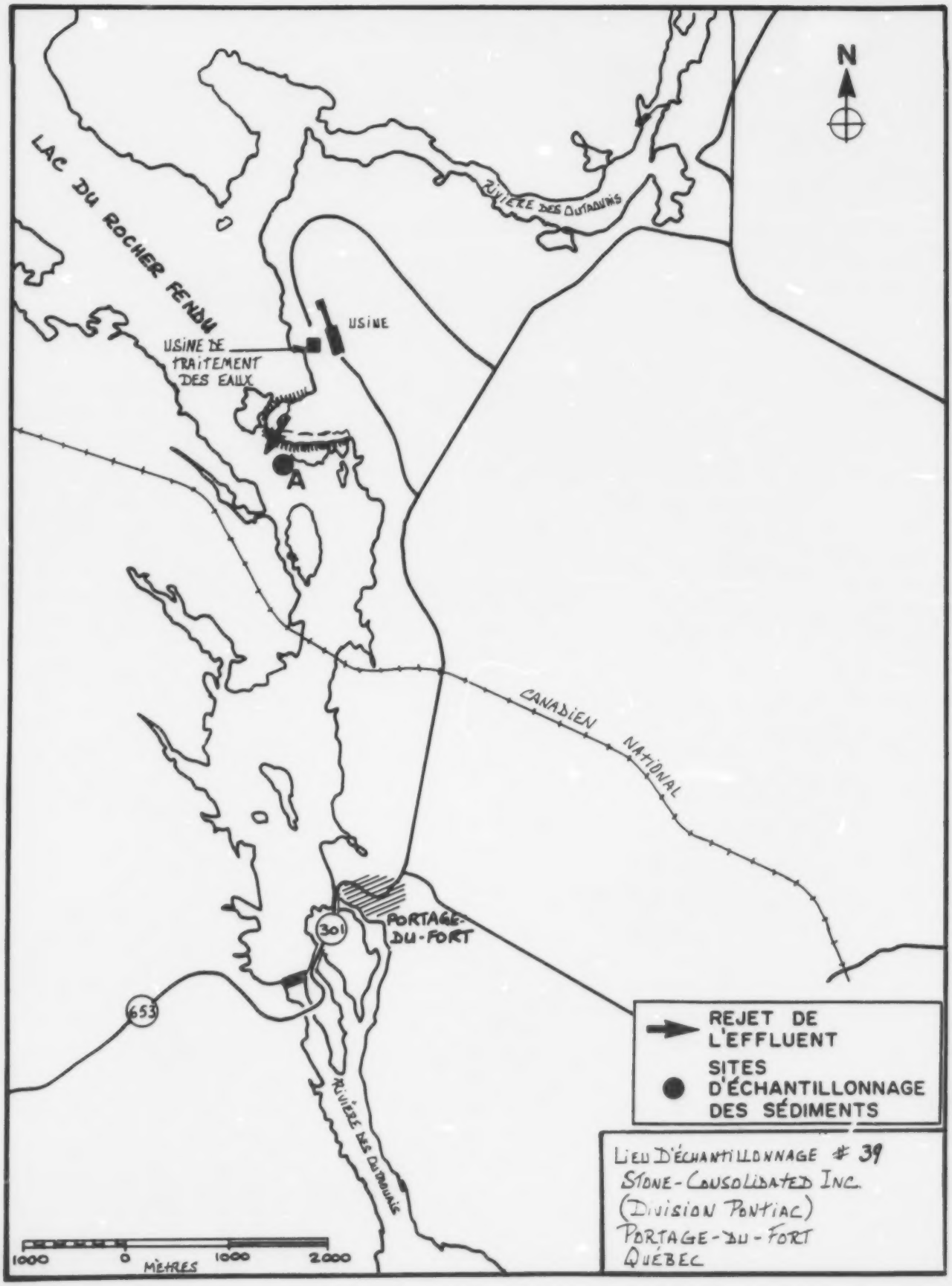

N
C
B
EFFLUENT
LAGUNE
USINE
BARRAGE
≃ 30-50m ENTRE A ET L'EFFLUENT
≃ 250m ENTRE B ET C
A PRÉLEVÉ À ENVIRON 200 M EN AMONT DU PONT
AUTOROUTE 17
A
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #34
MALETTE KRAFT
PULP AND PAPER
SMOOTH ROCK FALLS
ONTARIO

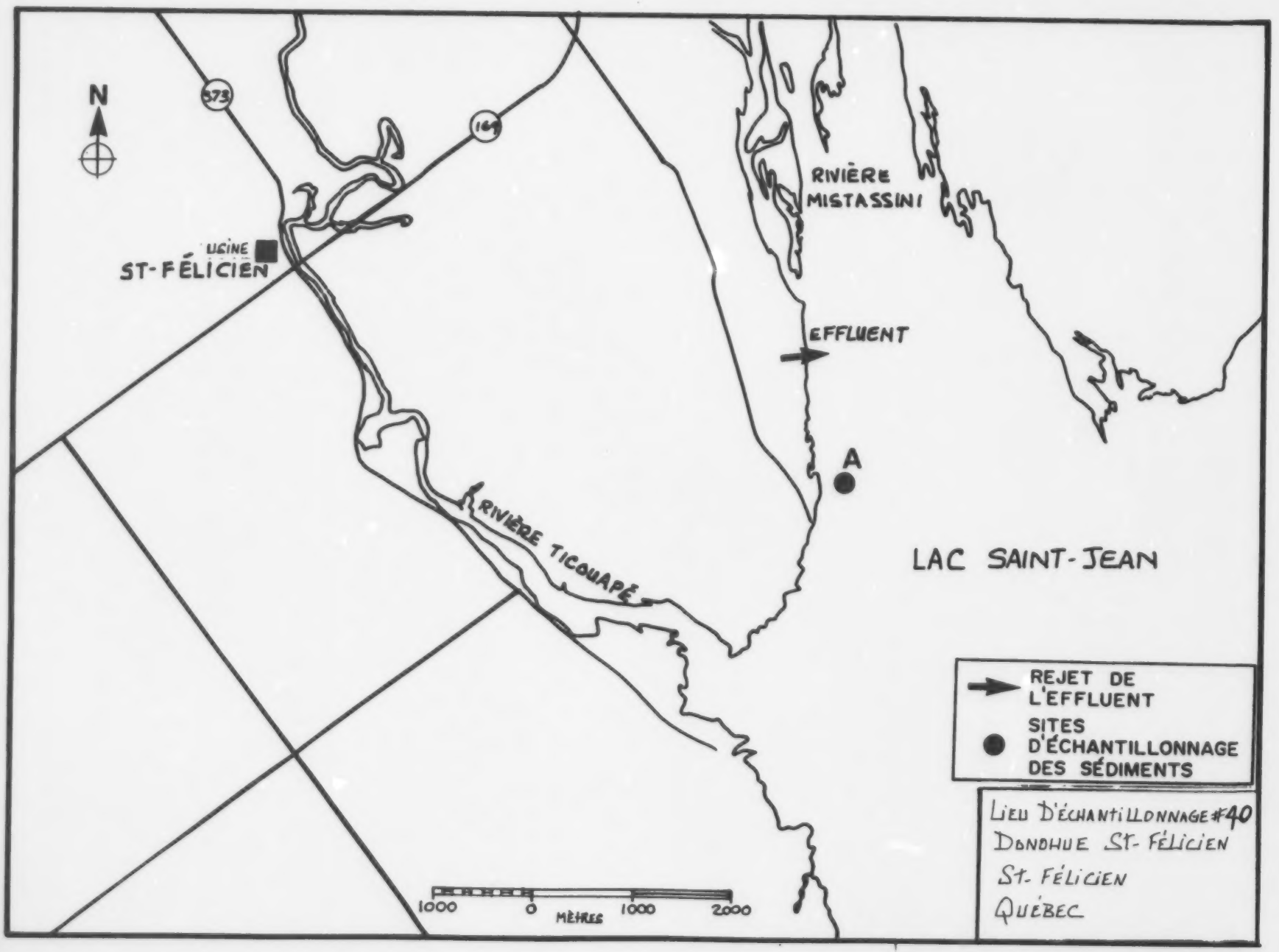

LAC TÉMISCAMINGUE
46
LAC AUX BROCHETS
101
N
TÉMISCAMING
EFFLUENT
BARRAGE DU LAC TÉMISCAMINGUE
USINE
A
RIVIÈRE DES
OUTAOUAIS
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
1000 0 1000 2000 MÈTRES
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #35
TEMBEC INC
TÉMISCAMING
QUÉBEC

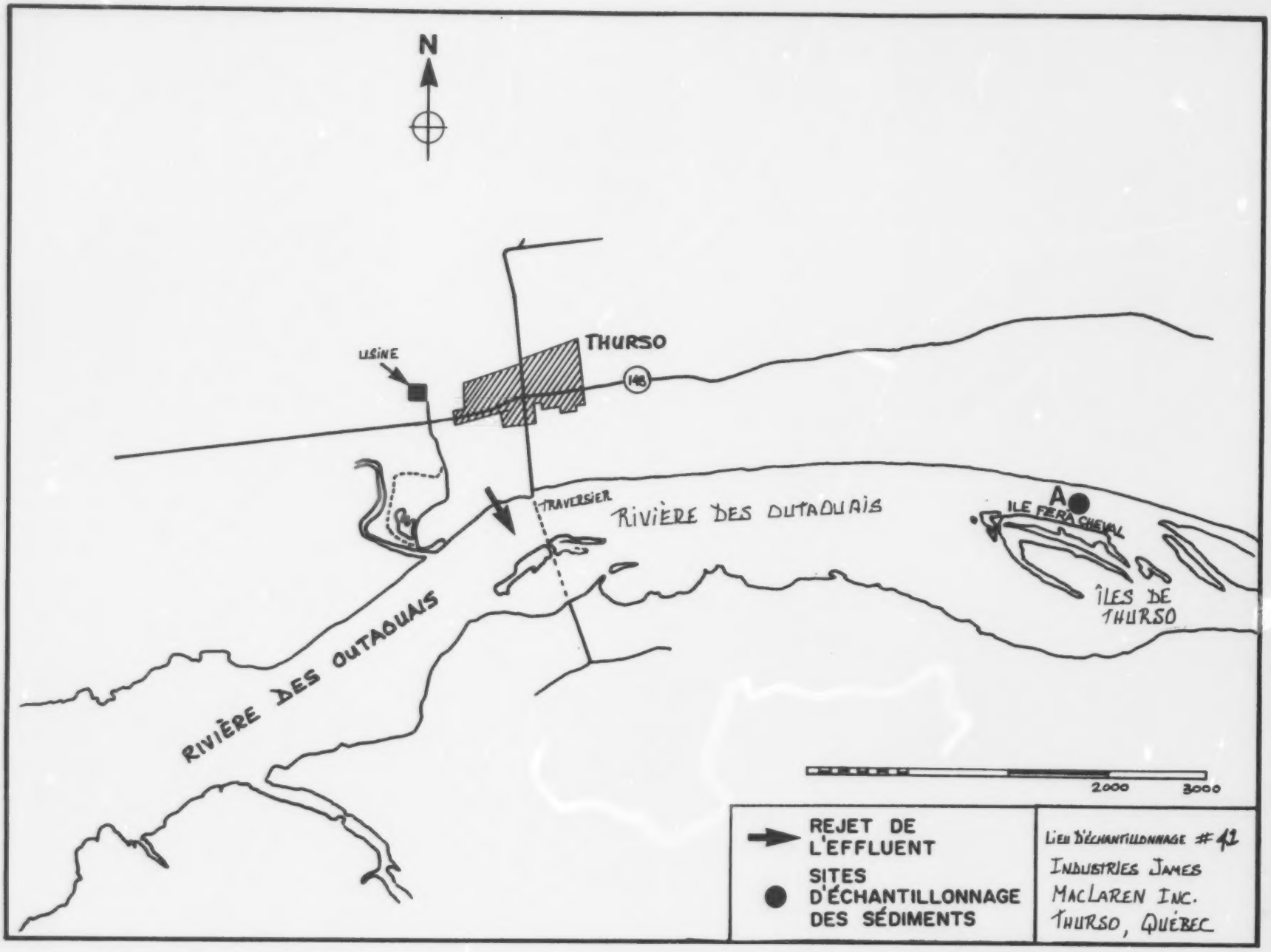

N
RIVIÈRE SHIPSHAW
CENTRALE ÉLECTRIQUE
A
RIVIÈRE SAGUENAY
EFFLUENT
USINE
16
JONQUIÈRE
ARVIDA
16A
CHICOUTIMI
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
0
1
2
KMS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #36
CASCADES INC.
JONQUIÈRE
QUÉBEC

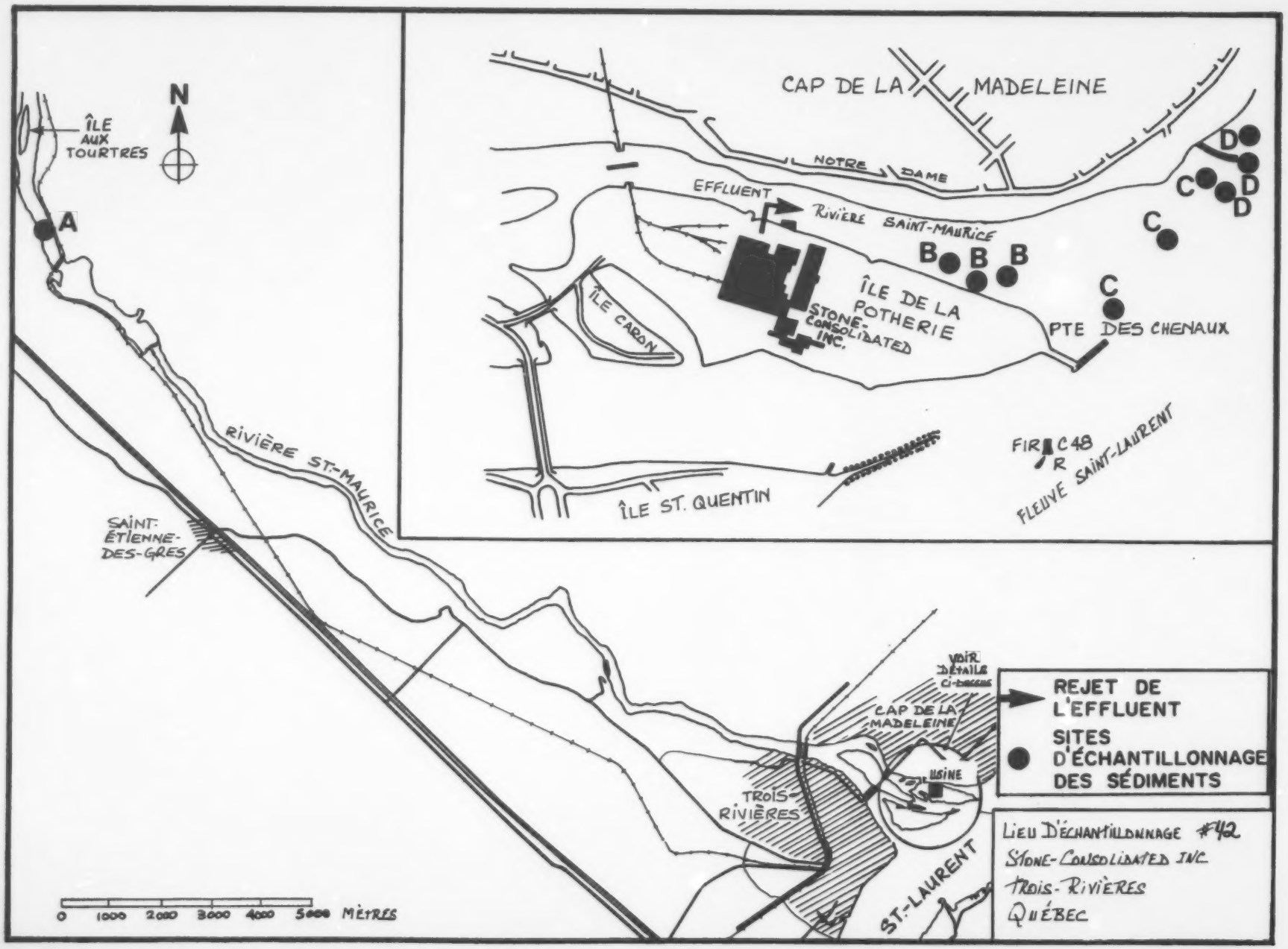

N
RIVIÈRE SAINT-MAURICE
BARRAGE
USINE
LA TUQUE
ÎLE AU GOÉLAND
A
CN
19
3000
0
1000
2000
3000
MÈTRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #37
LES PRODUITS FORESTIERS CANADIEN PACIFIQUE LTÉE
LA TUQUE
QUÉBEC

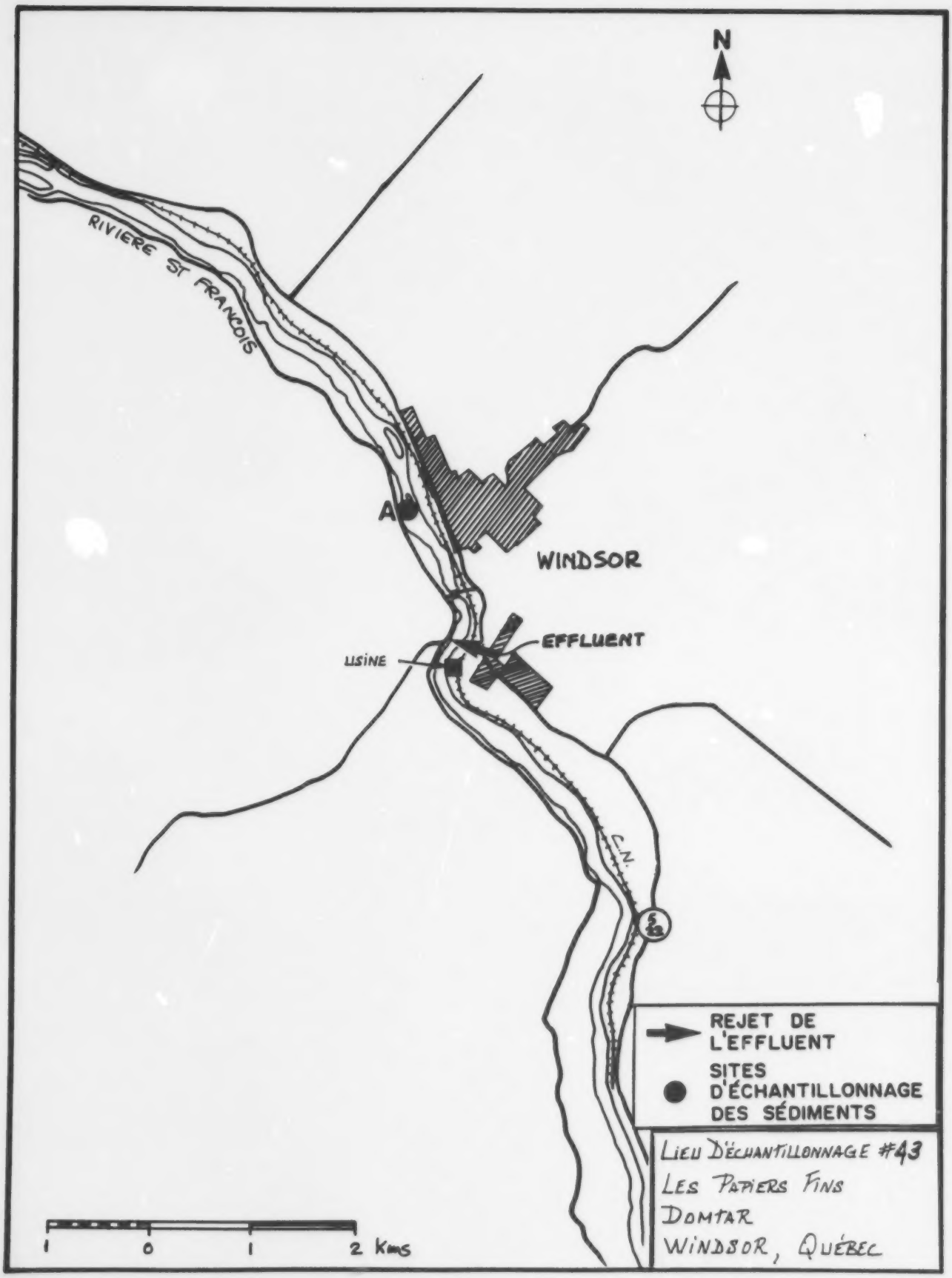

LAC
QUÉVILLON
N
LEBEL-SUR-QUÉVILLON
TERRAIN D'AVIATION DE QUÉVILLON
USINE
ÉTANG DE SÉDIMENTATION
RAPIDE DES CÈDRES
RIVIÈRE QUÉVILLON
A
RIVIÈRE BELL
1000 MÈTRES 0 1000 2000
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #38
PRODUITS DES PÂTES ET PAPIERS DOMTAR
LEBEL-SUR-QUÉVILLON
QUÉBEC

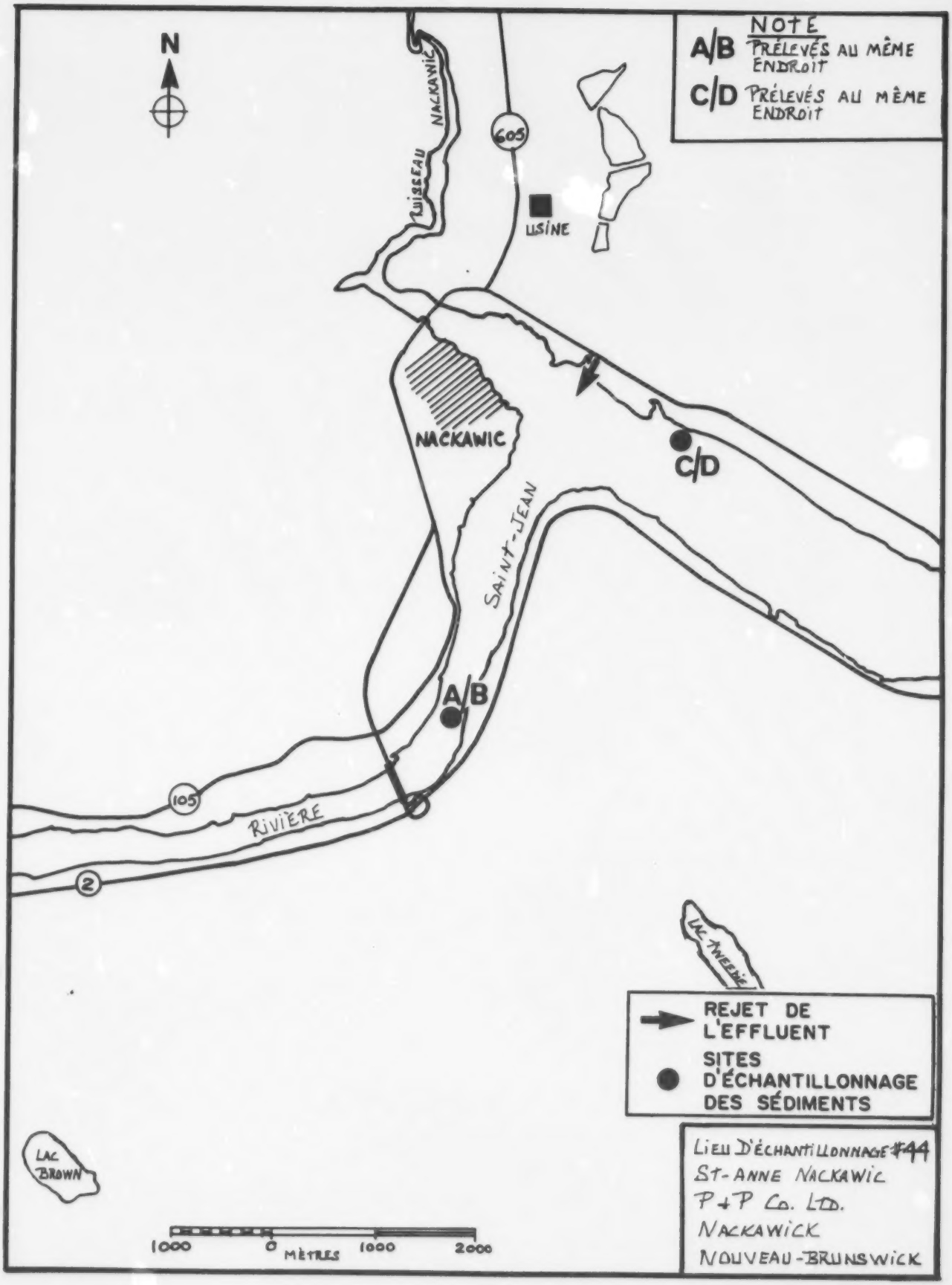

N
LAC DU ROCHER FENDU
RIVIÈRE DES OUTAOUAIS
USINE
USINE DE TRAITEMENT DES EAUX
A
CANADIEN NATIONAL
PORTAGE-DU-FORT
301
653
RIVIÈRE DES OUTAOUAIS
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
1000 0 1000 2000
MÈTRES
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE # 39
STONE-CONSOLIDATED INC.
(DIVISION PONTIAC)
PORTAGE-DU-FORT
QUÉBEC

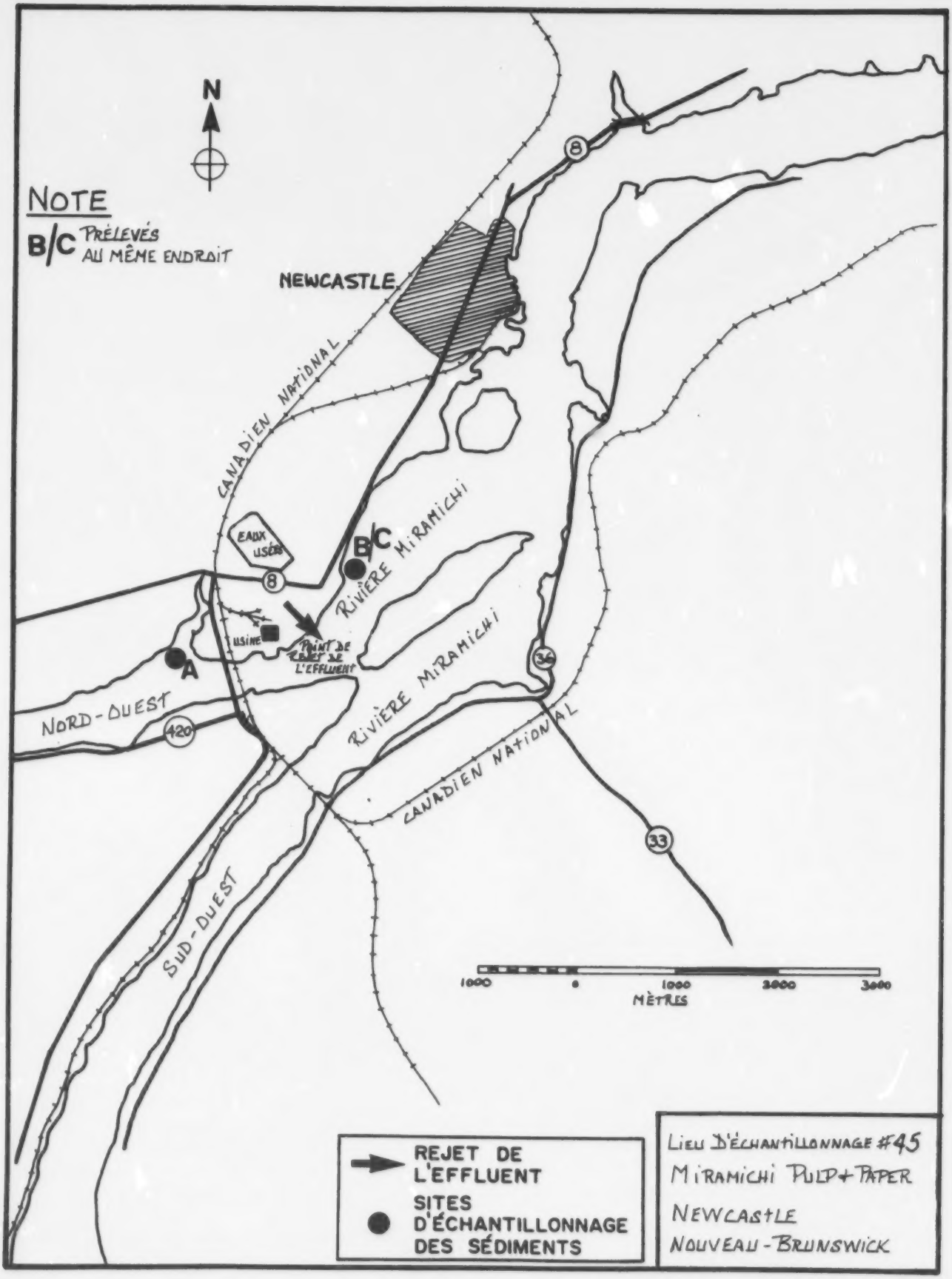

N
373
169
USINE
ST-FÉLICIEN
RIVIÈRE
MISTASSINI
EFFLUENT
A
RIVIÈRE TICOUAPÉ
LAC SAINT-JEAN
1000
0
MÈTRES
1000
2000
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #40
DONOHUE ST-FÉLICIEN
ST-FÉLICIEN
QUÉBEC

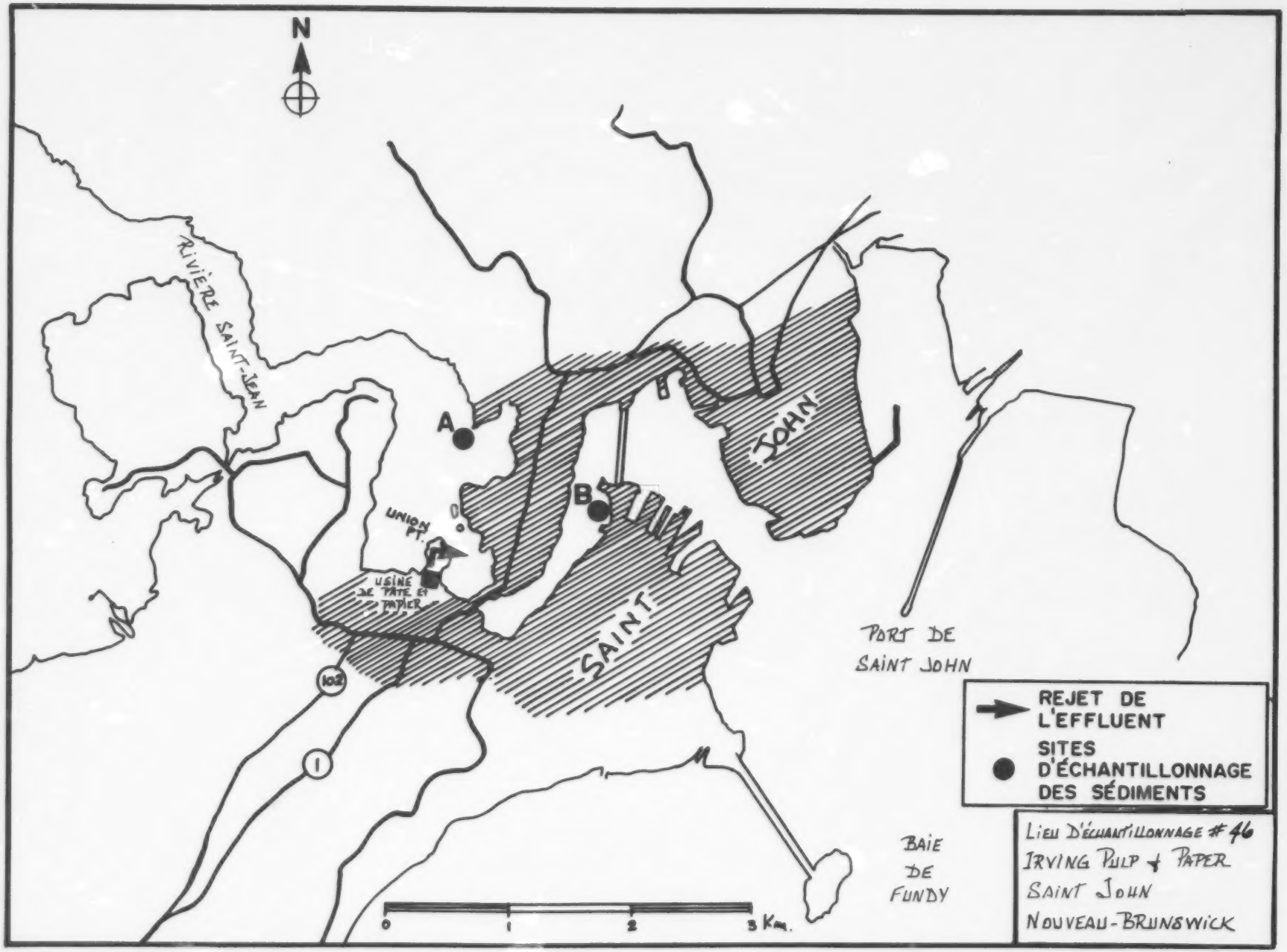

N
THURSO
USINE
148
TRAVERSIER
RIVIÈRE DES OUTAOUAIS
A
ILE FER A CHEVAL
ÎLES DE THURSO
RIVIÈRE DES OUTAOUAIS
2000
3000
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #12
INDUSTRIES JAMES MACLAREN INC.
THURSO, QUÉBEC

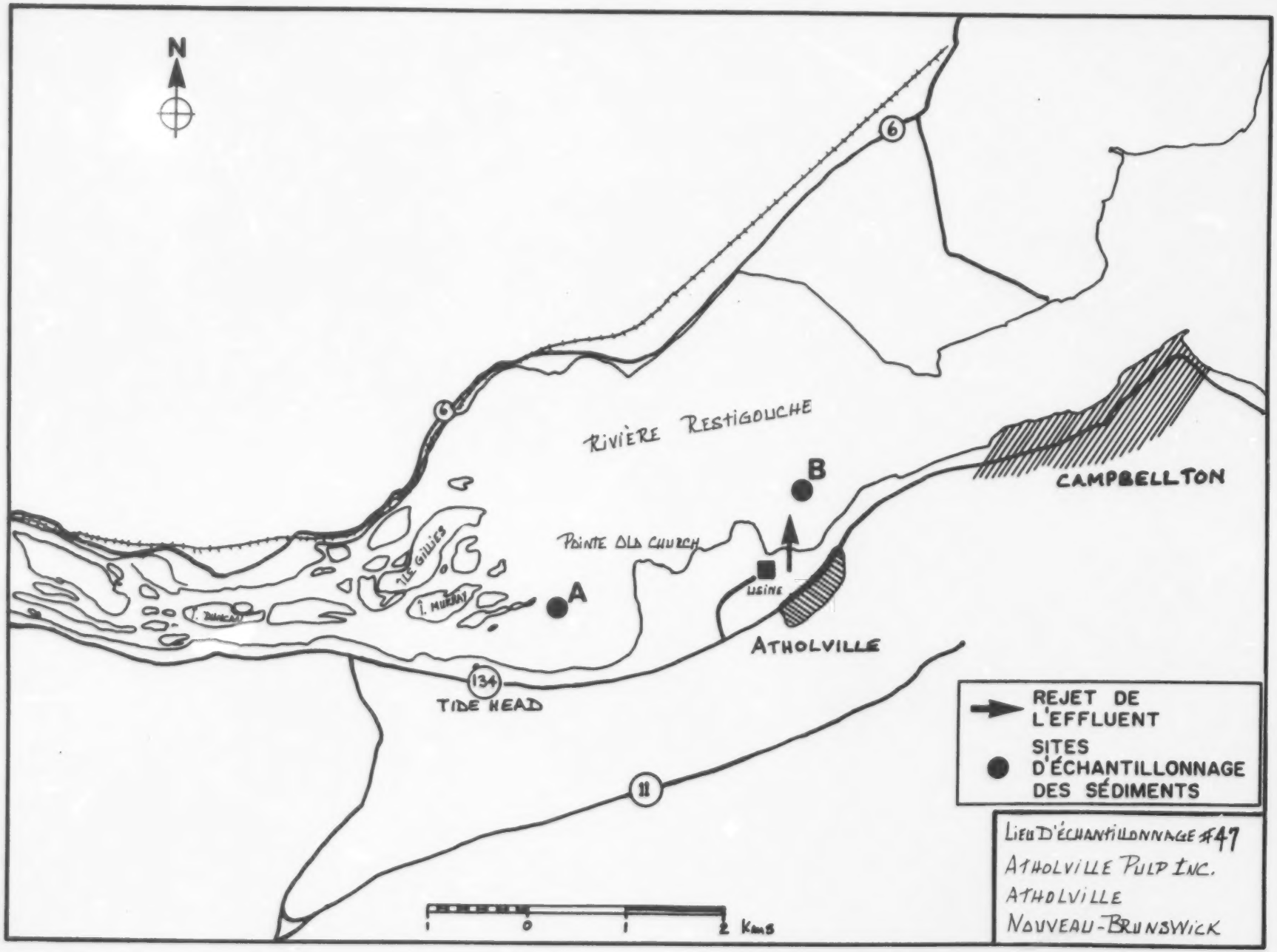

N
ÎLE AUX TOURTRES
A
RIVIÈRE ST.-MAURICE
SAINT-ÉTIENNE-DES-GRÈS
TROIS-RIVIÈRES
ST.-LAURENT
VOIR DÉTAILS CI-DESSOUS
CAP DE LA MADELEINE
USINE
0 1000 2000 3000 4000 5000 MÈTRES
CAP DE LA MADELEINE
NOTRE DAME
EFFLUENT
RIVIÈRE SAINT-MAURICE
ÎLE CARON
ÎLE DE LA POTHERIE
STONE-CONSOLIDATED INC.
PTE DES CHENAUX
ÎLE ST. QUENTIN
FIRC 48
R
FLEUVE SAINT-LAURENT
B B B
C
C
C
D
D
D
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #42
STONE-CONSOLIDATED INC.
TROIS-RIVIÈRES
QUÉBEC

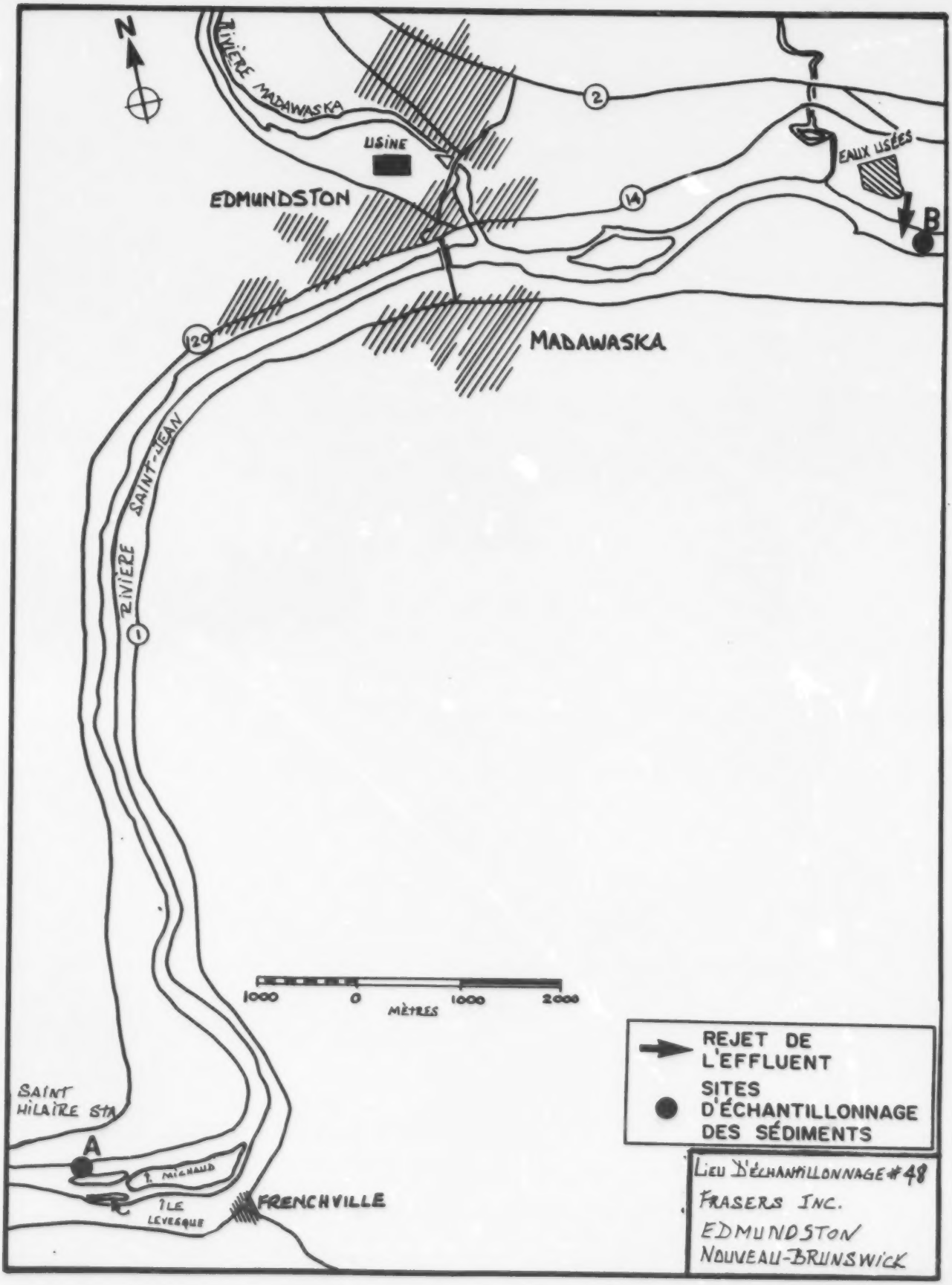

N
RIVIERE ST FRANCOIS
A
WINDSOR
EFFLUENT
USINE
C.N.
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #43
LES PAPIERS FINS
DOMTAR
WINDSOR, QUÉBEC
1 0 1 2 Kms

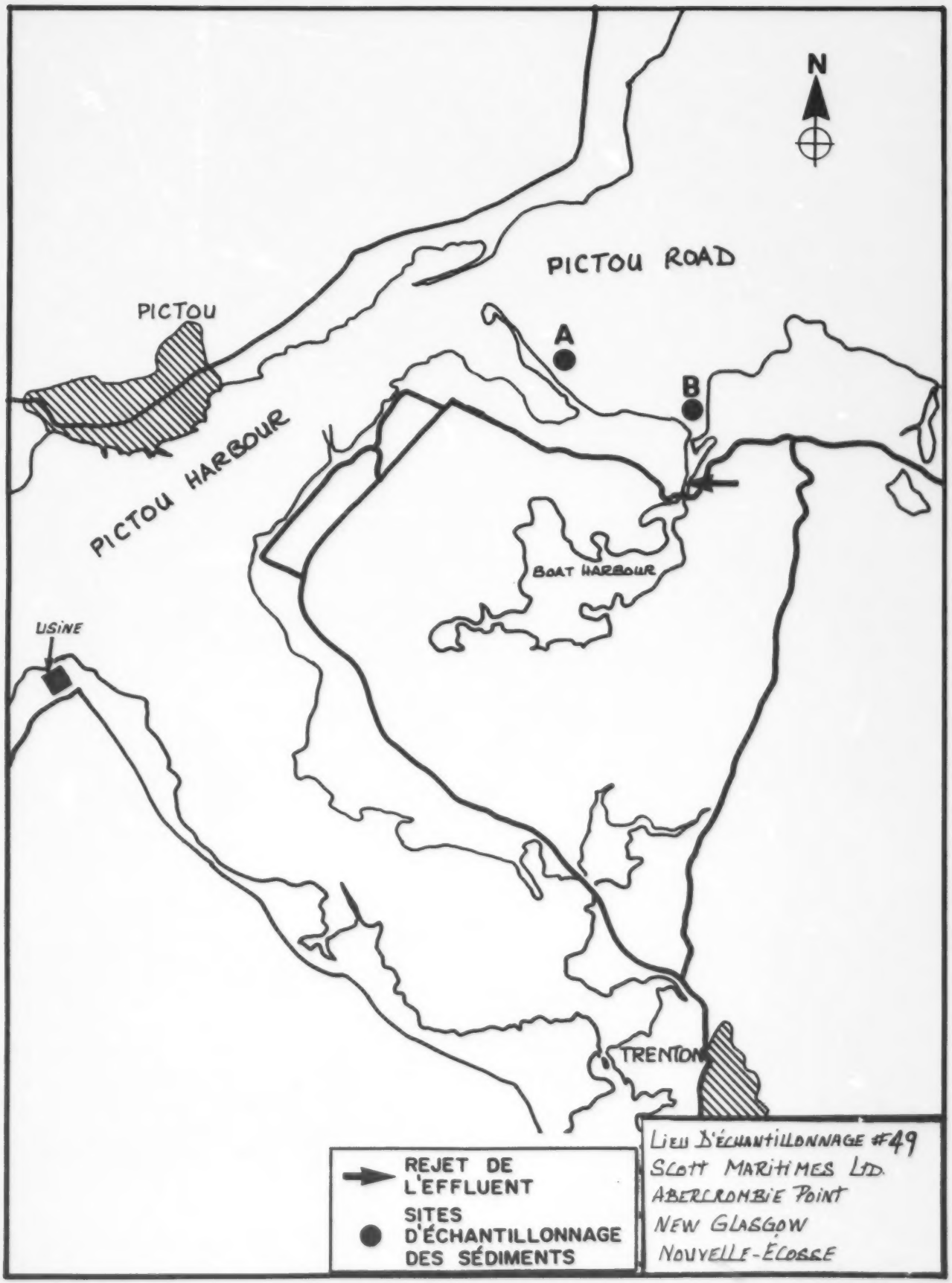

NOTE
A/B PRÉLEVÉS AU MÊME ENDROIT
C/D PRÉLEVÉS AU MÊME ENDROIT
N
RUISSEAU NACKAWIC
605
USINE
NACKAWIC
C/D
SAINT-JEAN
A/B
105
RIVIÈRE
2
LAC ANNEBIC
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LAC BROWN
1000 0 MÈTRES 1000 2000
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #44
ST-ANNE NACKAWIC
P+P Co. LTD.
NACKAWICK
NOUVEAU-BRUNSWICK

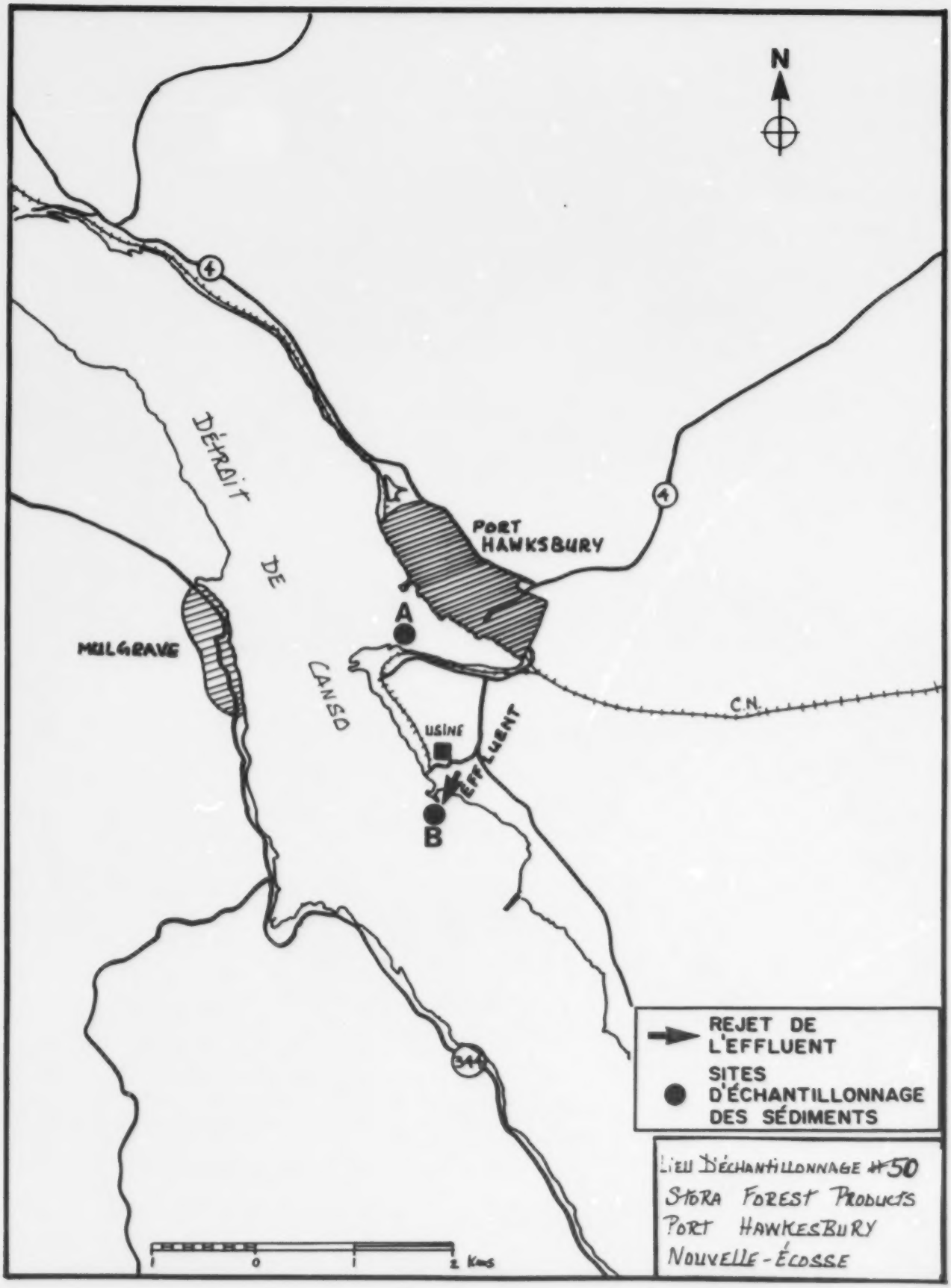

N
NOTE
B/C PRÉLEVÉS AU MÊME ENDROIT
NEWCASTLE
CANADIEN NATIONAL
EAUX USÉES
B/C
RIVIÈRE MIRAMICHI
USINE
POINT DE REJET DE L'EFFLUENT
A
NORD-OUEST
SUD-OUEST
RIVIÈRE MIRAMICHI
CANADIEN NATIONAL
8
420
34
33
1000 0 1000 2000 3000
MÈTRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #45
MIRAMICHI PULP + PAPER
NEWCASTLE
NOUVEAU-BRUNSWICK

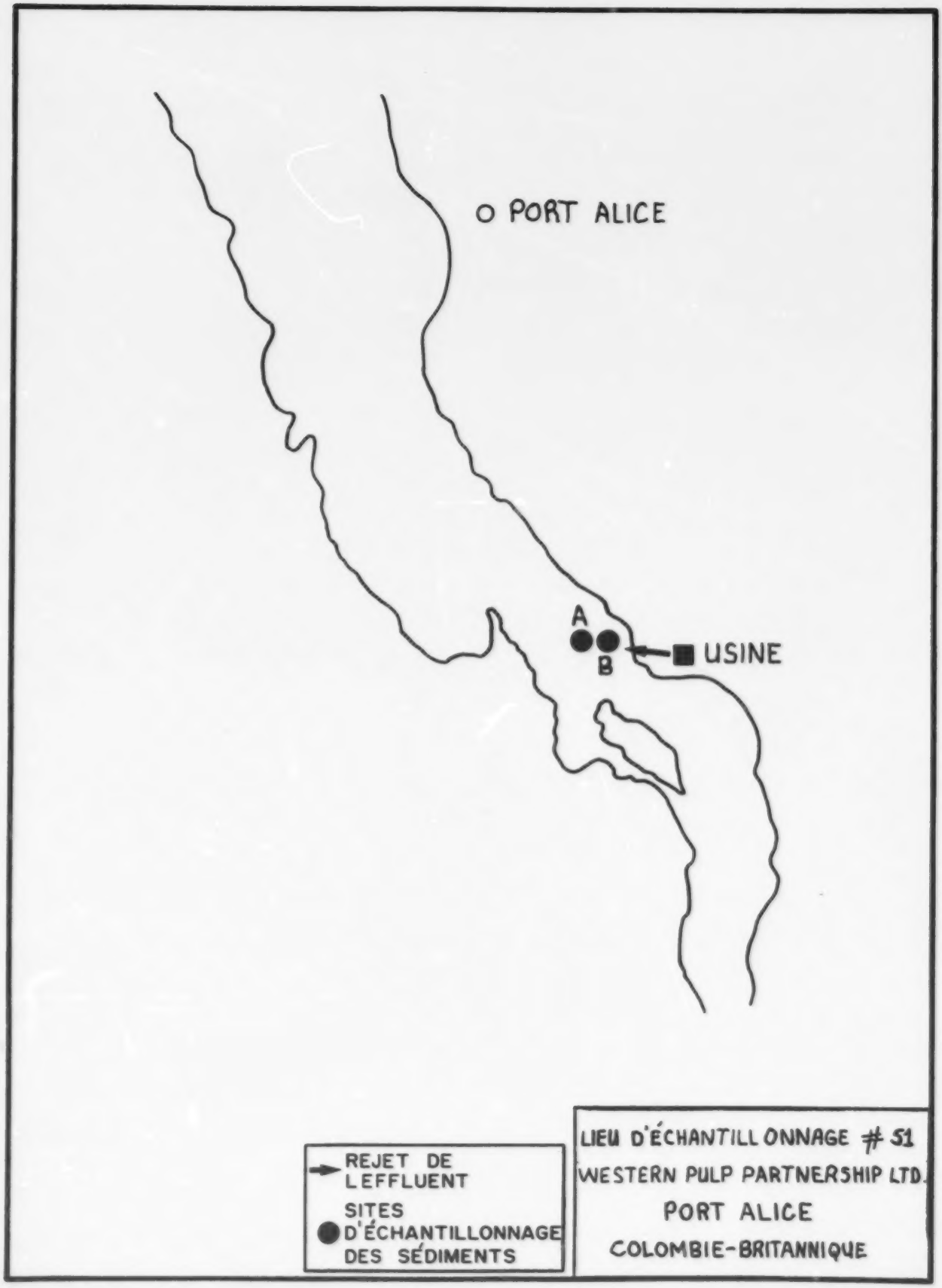

N
RIVIÈRE SAINT-JEAN
A
B
UNION PT.
USINE DE PÂTE ET PAPIER
SAINT JOHN
SAINT JOHN
PORT DE SAINT JOHN
102
1
BAIE DE FUNDY
0
1
2
3 Km.
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #46
IRVING PULP + PAPER
SAINT JOHN
NOUVEAU-BRUNSWICK


N
6
6
RIVIÈRE RESTIGOUCHE
CAMPBELLTON
B
POINTE OLD CHURCH
ÎLE GILLIES
Î. MURRAY
A
USINE
ATHOLVILLE
134
TIDE HEAD
11
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
1 0 1 2 kms
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #47
ATHOLVILLE PULP INC.
ATHOLVILLE
NOUVEAU-BRUNSWICK


N
RIVIÈRE MADAWASKA
USINE
EDMUNDSTON
2
EAUX USÉES
B
17
120
MADAWASKA
RIVIÈRE SAINT-JEAN
1
1000
0
1000
2000
MÈTRES
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
SAINT HILAIRE STA
A
R. MICHAUD
ÎLE LEVESQUE
FRENCHVILLE
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #48
FRASERS INC.
EDMUNDSTON
NOUVEAU-BRUNSWICK


N
PICTOU ROAD
PICTOU
A
B
PICTOU HARBOUR
BOAT HARBOUR
USINE
TRENTON
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #49
SCOTT MARITIMES LTD.
ABERCROMBIE POINT
NEW GLASGOW
NOUVELLE-ÉCOSSE


N
4
4
DÉTROIT DE CANSO
PORT HAWKSBURY
MULGRAVE
A
B
USINE
EFFLUENT
C.N.
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE #50
STORA FOREST PRODUCTS
PORT HAWKESBURY
NOUVELLE-ÉCOSSE
1 0 1 2 Kms


PORT ALICE
A
B
USINE
REJET DE L'EFFLUENT
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS
LIEU D'ÉCHANTILLONNAGE # 51
WESTERN PULP PARTNERSHIP LTD.
PORT ALICE
COLOMBIE-BRITANNIQUE

ANNEXE B

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS

ÉCHANTILLONNAGE DES SÉDIMENTS POUR LE DOSAGE DES DIOXINES

Plusieurs étapes importantes peuvent avoir un effet sur la qualité des données provenant de l'environnement. Il s'agit du prélèvement des échantillons, de la conservation des échantillons, du dosage des échantillons et de l'enregistrement des données. Un geste inadéquat à l'une ou l'autre de ces étapes peut donner de mauvais résultats et biaiser les conclusions et les recommandations de l'étude. Dans le prélèvement d'un échantillon de l'environnement, il faut tenir compte des éléments suivants :

1) l'équipement et les fournitures
2) la méthode de nettoyage de l'équipement
3) le choix du site et
4) la méthode de prélèvement de l'échantillon.

1) Équipement et fournitures

Lorsqu'on prélève un échantillon de sédiment pour le dosage des dioxines, il est recommander d'utiliser l'équipement et les fournitures suivants :

a) Drague Eckman;
b) Échantillonneur Ponar
c) Table à vapeur en acier inoxydable
d) Seau en acier inoxydable
e) Louche en acier inoxydable
f) Grosse cuillère en acier inoxydable
g) Pots en téflon (4 oz)
h) Flacons-laveurs en téflon (3)
i) Papier d'aluminium
j) Acétone, hexane et chlorure de méthylène de qualité pour analyse des pesticides
k) Glacière Coleman renfermant de la glace sèche.

2) MÉTHODE DE NETTOYAGE DE L'ÉQUIPEMENT

Étant donné le coût élevé du dosage des dioxines (environ 1 000 $ l'échantillon), il est recommandé d'adopter la méthode suivante pour nettoyer tout l'équipement d'échantillonnage :

a) Laver à l'eau courante et à l'eau savonneuse;
b) Rincer à l'eau courante et à l'eau désionisée;
c) Rincer successivement à l'acétone, à l'hexane, au chlorure de méthylène et finalement à l'hexane (tous de qualité pour analyse des pesticides)
d) Sécher à l'air et, dans la mesure du possible, chauffer à 350 deg. une nuit;
e) Envelopper tout l'équipement d'échantillonnage propre avec du papier d'aluminium propre et traité par la chaleur et garder jusqu'au moment d'utiliser;

f) Avant chaque prélèvement, rincer tout l'équipement à l'acétone, à l'hexane, au chlorure de méthylène, à l'hexane et à l'eau provenant du site d'échantillonnage.

De prime abord, cette méthode de nettoyage ennuyeuse et coûteuse semble être superflue, mais il est préférable de s'y astreindre pour éviter tout risque de contamination plus tard.

3) CHOIX DU SITE D'ÉCHANTILLONNAGE

Habituellement, les objectifs du programme donnent une indication générale des endroit où les échantillons doivent être prélevés. Étant donné que la qualité des sédiments (par ex. la grosseur des particules) varie d'un endroit à l'autre dans un cours d'eau, il faut choisir les endroits permettant de recueillir l'information requise dans le programme. Dans le choix d'un site d'échantillonnage, il faut tenir compte d'éléments tels l'homogénéité, les caractéristiques générales, la dégradation de la qualité, la facilité d'accès et les considérations pratiques.

Le coût élevé des analyses nous force à restreindre le nombre d'échantillons à présenter pour l'analyse. Compte tenu de l'objectif du programme, il faut choisir trois sites d'échantillonnage dans le panache de l'effluent où des sédiments fins (argiles) sont présents. De même, il faut choisir trois sites totalement hors de l'influence de l'usine comme sites témoins (bruit de fond). Dans le choix de ces sites témoins, il faut toujours tenir compte des usines de protection et de préservation du bois environnantes. Il est difficile de trouver des sédiments fins dans un cours d'eau à débit rapide. Le site d'échantillonnage qui doit être retenu est donc celui où l'on trouve des sédiments fins dans le secteur d'intérêt.

4) MÉTHODE DE PRÉLÈVEMENT DE L'ÉCHANTILLON

La méthode suivante est recommandée pour prélever des sédiments de lit :

a) Prélever l'échantillon à l'aide d'un échantillonneur adéquat (drague Eckman, échantillonneur Ponar, louche, etc.);
b) Déposer l'échantillon sur une table à vapeur;
c) Prélever 1 cm de la couche supérieure à l'aide d'une cuiller et déposer dans un seau en acier inoxydable;
d) Réunir en un échantillon composite trois échantillons instantanés provenant de chaque site et prélever également des échantillons de chacun des trois sites et bien les mélanger;
e) Mettre les échantillons dans un pot en téflon à l'aide de la cuiller;
f) Mettre l'échantillon dans une glacière Coleman renfermant de la glace sèche.

La réussite du programme dépend de tous les principaux facteurs qui influencent la qualité des données. La qualité des résultats obtenus au laboratoires repose sur la qualité des échantillons fournis. Il est donc important de toujours garder l'échantillon congelé au cours du transport au laboratoire.

ANNEXE C

MÉTHODE D'ANALYSE DES SÉDIMENTS

ANNEXE C-1. Méthode de détermination de la distribution granulométrique.

ANNEXE C-2 Méthode de dosage du carbone organique

ANNEXE C-1

MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE LA DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE

Des sous-échantillons de sédiments ont été expédiés aux laboratoires responsables de la détermination de la distribution granulométrique : Soilcon Laboratories Ltd. et les Laboratoires de la Direction des ressources en eau (Environnement Canada) à Régina et à Vancouver. Les méthodes utilisées pour déterminer la granulométrie des échantillons sont décrites ci-dessous. L'annexe V présente la liste des laboratoires qui ont analysé chaque échantillon.

1) SOILCON LABORATORIES

Soilcon a déterminé la granulométrie de 14 échantillons en tout. Les méthodes utilisées étaient la méthode à l'hydromètre et l'analyse par tamisage. La méthode à la pipette a été utilisée pour les échantillons 22B et 22BB. La méthode à l'hydromètre ou la méthode à la pipette servent à mesurer la proportion de particules égales ou inférieures à 53 µm. La proportion de particules supérieures à 53 µm a été mesurée par tamisage par voie humide ou sèche. Tous les échantillons ont été traités au peroxyde d'hydrogène et à l'acide chlorhydrique pour détruire la matière organique, puis ils ont été analysés par tamisage par voie humide et à l'hydromètre selon des méthodes décrites par McKeague (1978).

2) LABORATOIRES DE LA DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU

La distribution granulométrique a été déterminée par la méthode à l'hydromètre, par extraction par le bas ou par analyse par tamisage selon des méthodes décrites par Environnement Canada (1988). La méthode choisie dépendait de la composition de l'échantillon. Les matières organiques ont été éliminés uniquement dans certains échantillons. Les matières organiques n'étaient pas présentes en quantité significative dans les autres échantillons et ne semblaient pas influencer les résultats.

RÉFÉRENCES

McKeague, J.A. (Ed.). 1978. Manual on Soil Sampling and Methods of Analysis. 2nd ed. Subcommittee on Methods of Analysis of the Canada Soil Survey Committee, Canadian Society of Soil Science, Ottawa.

Environment Canada. 1988. Laboratory Procedures for Sediment Analysis, 2nd Edition, Sediment Survey Section, Water Resources Branch, Inland Waters Directorate, Ottawa, Canada, IWD-HQ-WRB-SS-84-5, 78 p.

ANNEXE C-2

MÉTHODE DE DOSAGE DU CARBONE ORGANIQUE

Des sous-échantillons de sédiments ont été expédiés pour le dosage du carbone organique aux laboratoires suivants : Soilcon Laboratories Ltd., XRal Environmental et le Laboratoire national de la qualité de l'eau (à Burlington). Les méthodes utilisées pour le dosage du carbone organique sont décrites ci-dessous. L'annexe V présente la liste des laboratoires qui ont analysé chaque échantillon.

1) XRAL ENVIRONMENTAL INC

Le laboratoire de XRal Environmental a analysé 42 échantillons en tout. Les résultats du **carbone total** (incluant le carbone inorganique et non seulement le carbone organique comme il avait été demandé) ont été fournis pour **quatre échantillons : 26D, 26B, 32A et 32B.**

Principe de fonctionnement du coulomètre - Coulometrics Inc.

La cellule coulométrique est remplie avec une solution partiellement aqueuse composée de monoéthanolamine et d'un indicateur colorimétrique. Lorsqu'un gaz passe à travers la solution, le CO_2 est absorbé quantitativement et forme un acide fort qui peut être titré par la monoéthanolamine et qui affaiblit la couleur de l'indicateur. Le coulomètre produit électriquement une base pour ramener la couleur à l'intensité de départ. La quantité totale de courant requise pour le titrage est étalonnée en fonction du nombre de microgrammes de carbone ou de dioxyde de carbone. La taille de l'échantillon utilisée varie de 0,02 à 0,10 gramme.

Carbone total

Les échantillons sont carbonisés dans un four coulométrique tubulaire à 1 000 °C en présence d'oxygène qui transforme les formes organique et inorganique de carbone en CO_2. Les gaz de combustion de l'échantillon sont passés à travers du chromate de baryum et des épurateurs dans le but d'assurer l'oxydation complète du carbone en CO_2 et d'éliminer les autres gaz qui peuvent interférer, comme le SO_3, le NO_2 et le C12. Le dioxyde de carbone est alors mesuré à l'aide du coulomètre. La limite de détection est de 0,01%.

Carbone organique

Les échantillons sont placés dans la cellule de réaction du coulomètre et traités à l'acide sulfurique pour libérer tout CO_2 présent. On peut alors mesurer ce CO_2 au besoin. Lorsque tout le CO_2 a été expulsé, le carbone organique présent est transformé en CO_2 par addition de dichromate de potassium (qui forme de l'acide chromique), et le CO_2 ainsi formé est titré automatiquement. La limite de détection est de 0,05%.

2) SOILCON LTD

Les laboratoires Soilcon ont analysé 15 échantillons en tout. On mesure le carbone total à l'aide d'un analyseur Leco 132 (four à induction à haute température) (Nelson et Sommers, 1982). On mesure le carbone organique en mesurant les quantités de carbone total et de carbone inorganique dans le sol; on détermine la quantité de carbone organique en soustrayant la quantité de carbone inorganique de la quantité de carbone total. On vérifie la présence de carbonates dans les échantillons en ajoutant du HCl 4 N goutte à goutte à un échantillon de sol humecté et en observant s'il y a effervescence. S'il y en a, on mesure le C sous forme de carbonates par une méthode gravimétrique (McKeague, 1978).

Les valeurs de carbone inscrites dans les tableaux sont les valeurs de carbone total. Le test à l'HCl a indiqué la présence de carbonates (carbone inorganique) dans trois échantillons (22B, 22BB et 23A). Lors de l'analyse granulométrique, ces échantillons ont été prétraités pour éliminer les carbonates avant l'étape habituelle d'élimination de la matière organique. Malheureusement, il n'y a pas eu assez d'échantillon pour déterminer la quantité de carbone sous forme de carbonates par la méthode gravimétrique. Les valeurs de carbone total de ces trois échantillons comprennent donc les quantités de carbone organique et de carbone inorganique. Dans le cas des autres échantillons, on peut considérer que la valeur de carbone total représente la quantité de carbone organique étant donné que le test à l'HCl à révélé l'absence de carbone sous forme de carbonates.

3) LABORATOIRE NATIONAL DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Dosage du carbone organique particulaire

Le LNQE a analysé 87 échantillons en tout. La méthode utilisée était identique à la méthode NAQUADAT 06903 (Environnement Canada, 1979; 1988) pour le dosage du carbone organique particulaire.

Les échantillons étaient séchés à 100 °C jusqu'au lendemain, puis pulvérisés dans un <<fragmenteur>> (shatter box) (Spex Ind. Inc.). On éliminait le carbone organique en mettant l'échantillon de sédiment pulvérisé dans de l'acide sulfurique à 0,3% (V/V) pendant 30 minutes. Le mélange de sédiment acide était alors filtré et lavée à l'eau désionisée. Puis, l'échantillon de sédiment était déposé dans une boîte de Pétri et séché dans un dessiccateur sous vide chauffé à 67-70 °C jusqu'au lendemain. Environ 1 mg de résidu sec était pesé et comprimé en une capsule à l'aide d'une presse à main. La capsule était alors analysée à l'aide d'un analyseur d'éléments modèle 240XA. La méthode était identique à la méthode NAQUADAT 0693, sauf que l'échantillon de sédiment lavé à l'acide et séché était comprimé en une capsule et qu'aucun catalyseur n'était ajouté.

RÉFÉRENCES

Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. In: Methods of Soil Analysis, Part 2- Chemical and Microbiological Properties, A.L. Page (ed.). 2nd ed. Agronomy No. 9. American Society of Agronomy, Inc., Wisconsin. pp. 539-580.

McKeague, J.A. (Ed.). 1978. Manual on Soil Sampling and Methods of Analysis. 2nd ed. Subcommittee on Methods of Analysis of the Canada Soil Survey Committee, Canadian Society of Soil Sciences, Ottawa.

Environnement Canada. 1979. Manuel des méthodes analytiques. Direction de la qualité des eaux. Direction générale des eaux intérieures, Ottawa, Canada.

Environnement Canada. 1988. ENVIRODAT, Dictionnaire des codes, Section des Systèmes Informatiques, Direction de la Qualité des Eaux, Direction Générale des Eaux Intérieures, Ottawa, Canada.

ANNEXE D

ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

TABLEAU D-1 Solution étalon de substitut utilisée par les laboratoires; constituants, concentration et quantité ajoutée.

TABLEAU D-2 Récupération d'étalons de substitut; moyenne, intervalle, écart-type et coefficient de variation.

TABLEAU D-3A Contrôle de qualité intralaboratoire : résultats avec des échantillons en double de sédiments -dioxine.

TABLEAU D-3B Contrôle de qualité intralaboratoire : résultats avec des échantillons en double de sédiments -furane.

TABLEAU D-4A Contrôle de qualité interlaboratoire : résultats pour la dioxine, avec des échantillons de référence.

TABLEAU D-4B Contrôle de qualité interlaboratoire : résultats pour le furane, avec des échantillons de référence.

TABLEAU D-5 Contrôle de qualité interlaboratoire : résultats pour la dioxine et le furane, avec des sous-échantillons obtenus à partir d'un échantillon de sédiments humides subdivisé sur le terrain

ANNEXE D

ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

1. ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ : MÉTHODE

L'assurance de la qualité (AQ) et le contrôle de la qualité (CQ) ont été utilisés pour obtenir l'information indispensable concernant les méthodes et l'efficacité, ainsi que la reproductibilité, les écarts et la comparabilité des données analytiques à l'intérieur d'un laboratoire. L'AQ et le CQ ont fait l'objet d'une considération toute spéciale dans cette étude et interviendront dans l'interprétation des résultats.

Une méthode détaillée d'AQ, mise au point par le comité d'assurance de la qualité pour la dioxine (DQAC) et spécialement conçue pour le programme de surveillance de l'ACPPP (Association canadienne des producteurs de pâtes et papier)(DQAC, 1989), a été adoptée dans le cadre du programme sur les sédiments.

Le contrôle de qualité consistait d'abord à donner aux personnes chargées de prélever les échantillons de sédiments, la formation sur la méthode d'échantillonnage, ainsi que la manipulation, le transport, la préservation et le stockage des échantillons. On a indiqué les critères de sélection des sites et les méthodes à utiliser sur le terrain; ils sont décrits à la section 2.0. La contamination des échantillons a été réduite au minimum grâce à des techniques appropriées; cependant, on n'a pas procédé au contrôle de qualité des bouteilles.

1.1 Méthodes internes de CQ des laboratoires

Des méthodes intralaboratoires de CQ ont été utilisées régulièrement par chacun des laboratoires participants et elles sont décrites dans les rapports de ces laboratoires. Les principaux éléments et les points communs de ces méthodes CQ intralaboratoires sont résumés ci-dessous :

- Toute la verrerie a été nettoyée et rincée avec des solvants appropriés avant son utilisation et vérifiée pour la présence des composés à analyser. Une description complète de la méthode est donnée par les laboratoires de Seakem, le Laboratoire national de la qualité des eaux (LNQE) et le Centre de technologie environnementale de River Road (CTERR).

- Le risque de contamination dû aux manipulations en laboratoire a été évalué dans chaque laboratoire grâce à la préparation d'échantillons témoins. Dans les laboratoires du LNQE, du CTERR et de Wellington, un échantillon témoin a été analysé pour chaque série de 10 à 12 échantillons. Seakem a effectué une analyse de témoin pour 10 % des échantillons dans chaque lot. La fréquence des analyses d'échantillons témoins n'a pas été précisée dans les méthodes du laboratoire Eco Logic.

- Le rendement global de la méthode a été évalué régulièrement grâce à la technique des échantillons dopés (échantillons témoins dopés à l'aide de composé substitut ou de composé à analyser d'origine). Le LNQE a analysé un échantillon dopé pour chaque lot de 10 échantillons. La méthode AQ/CQ du laboratoire de Wellington utilisait un échantillon dopé pour chaque série de 10 échantillons.

- Des étalons de rendement, marqués par un isotope ((1,2,3,4-T_4CDD)(^{13}C)) ont été ajoutés à chaque extrait d'échantillon avant l'analyse CPG/SM pour évaluer l'efficacité de l'injection et la stabilité de l'appareil.

- Un mélange d'étalons de substitut marqués par un isotope (^{13}C)(Tableau D-1) a été ajouté à chaque échantillon de sédiment avant l'extraction pour mettre en évidence les taux globaux de récupération lors de chaque phase de l'extraction, de la purification et du dosage, et enfin pour évaluer le taux de perte du composé analysé. Les échantillons donnant un faible taux de récupération ont été réanalysés jusqu'à obtention d'un taux de récupération acceptable précis.

- Les techniques de CPG/SM étaient étalonnées périodiquement à l'aide de solutions étalons du composé à analyser naturel.

- Une caractérisation positive de CDD et de CDF était fondée sur la définition d'une fenêtre de temps de rétention, sur le rapport des pics et sur l'intensité des pics (signal par rapport aux niveaux de bruit de base).

1.2 Autres activités de CQ

En plus des méthodes de CQ intralaboratoires utilisées de façon régulière, d'autres activités particulières de CQ ont servi à évaluer les aspects qualitatifs des éléments suivants :

1) **Reproductibilité** des résultats
2) **Biais** dans les analyses
3) **Comparabilité** interlaboratoire des résultats

L'étude nationale sur les sédiments a été effectuée de 1987 à 1990. Cinq laboratoires ont procédé à différentes époques à des analyses de sédiments. Les laboratoires du CTERR et du LNQE ont effectué des analyses au début de l'étude (surtout en 1987 et en 1988), alors que les trois laboratoires commerciaux sont intervenus en février et en mars 1989. Une série finale de 20 échantillons de l'Ontario et du Québec a été analysée par le LNQE en mars 1990. Une étude de contrôle de qualité a été conçue pour évaluer le rendement des trois laboratoires commerciaux, mais elle n'a pas servi à déterminer si les résultats antérieurs du CTERR et du LNQE étaient reproductibles et comparables. Cela explique l'absence des laboratoires du CTERR et du LNQE dans certaines parties de l'étude de contrôle de qualité décrite ci-dessous.

TABLEAU D-1. Solution étalon de substitut utilisée par les laboratoires; constituants, concentration et quantité ajoutée.

Laboratoire	Substitut	Concentration (pg/µL)	Total ajoutée (pg)	Quantité ajoutée (µg/L)
Wellington	C13-2378-T_4CDD	100	5000	50
	C13-12378-P_5CDD	100	5000	
	C13-123678-H_6CDD	100	5000	
	C13-1234678-H_7CDD	100	5000	
	C13-O_8CDD	100	5000	
Seakem	C13-2378-T_4CDD	100	2000	20
	C13-2378-T_4CDF	100	2000	
	C13-12378-P_5CDD	100	2000	
	C13-123678-H_6CDD	200	4000	
	C13-1234678-H_7CDD	200	4000	
	C13-O_8CDD	300	6000	
Eco Logic	C13-2378-T_4CDD	100	2000	20
	C13-12378-P_5CDD	100	2000	
	C13-123678-H_6CDD	100	2000	
	C13-1234678-H_7CDD	100	2000	
	C13-O_8CDD	100	2000	
CTERR	C13-2378-T_4CDD	20	2000	100
	C13-2378-T_4CDF	20	2000	
	C13-12378-P_5CDD	20	2000	
	C13-123678-H_6CDD	40	4000	
	C13-1234678-H_7CDD	40	4000	
	C13-O_8CDD	60	6000	
LNQE	C13-2378-T_4CDD	50	1250	25
	C13-12378-P_5CDD	100	2500	
	C13-123678-H_6CDD	100	2500	
	C13-1234678-H_7CDD	100	2500	
	C13-O_8CDD	150	3750	

Des échantillons en double ont servi à évaluer la **reproductibilité** ou la précision des mesures dans chaque laboratoire. Des échantillons en double sélectionnés ont été préparés au LNQE par subdivision d'échantillons de sédiments humides (M. Forbes, comm. pers., Environnement Canada). Il n'a donc pas été possible de garantir l'homogénéité des sous-échantillons. Chaque laboratoire commercial a analysé une série d'échantillons en double; les échantillons subdivisés 21B, 22A et 22B ont été envoyés respectivement aux laboratoires de Wellington, d'Eco Logic et de Seakem.

Quatre autres **échantillons en double**, dont la liste figure ci-dessous, ont été analysés dans le cadre du programme de CQ intralaboratoire :

- Le laboratoire de Wellington a analysé en double l'échantillon 11B (NORWD-1). Cet échantillon a été prélevé au début du programme analytique dans le cadre d'une étude de dépistage.

- Seakem a fourni, sur demande, les résultats pour deux échantillons de sédiments analysés par leur laboratoire dans le cadre d'un autre programme pendant la même période.

- Les échantillons de référence (voir ci-dessous) ont été envoyés en double (CQ3A, CQ3B) aux laboratoires commerciaux. Les résultats du laboratoire d'Eco Logic sont donnés. On ne possède aucun résultat des laboratoires de Seakem et de Wellington (les échantillons ont été perdus pendant la préparation).

Même s'ils n'étaient pas destinés à évaluer la reproductibilité du programme actuel d'AQ/CQ, les résultats ont été considérés comme pertinents et valables, car peu d'échantillons ont été analysés en double lors du programme. Ici encore, à l'exception de CQ3A et de CQ3B, ces échantillons en double ont été obtenus par subdivision d'échantillons de sédiments humides.

Le programme de CQ du LNQE comprend l'analyse en triple d'échantillons aveugles de sédiments. Des échantillons mixtes ont été prélevés à deux endroits en Colombie-Britannique et subdivisés en sous-échantillons sur le terrain. Les échantillons A2, A3 et B2, B3 ont été analysés pendant la même période que les échantillons de sédiments du terrain; les résultats sont présentés par Mah et coll. (1989). Cependant, ces données ne conviennent pas pour l'évaluation de la reproductibilité du fait que la variation sur le terrain est incluse, ce qui empêche toute comparaison avec l'échantillon subdivisé en laboratoire. Le laboratoire du CTERR n'a pas analysé des échantillons en double.

Les **biais** dans les résultats ont été évalués pour les trois laboratoires commerciaux grâce à des échantillons de référence renforcés à l'aide d'une concentration connue de dioxine et de furane.

Les échantillons de matériaux de référence ont été préparés par l'Institut national de recherche sur les eaux (INRE, Projet assurance de la qualité) de Burlington, selon des méthodes spécialement conçues pour ce type d'étude. Les échantillons de référence CQ1, CQ2, CQ3A et CQ3B ont été préparés à partir d'un matériau mixte de sol/sédiments, dont l'analyse antérieure avait démontré l'absence totale ou presque totale de

2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF. Ce matériau a été fortifié avec chacun de ces deux composés à raison de 50 pg/g et 100 pg/g respectivement pour les échantillons CQ2 et CQ3. L'échantillon CQ3 a été subdivisé (CQ3A et CQ3B). L'échantillon CQ1 n'a pas été fortifié. Étant donné que le matériau de référence est sec et tamisé et que la méthode de dopage est rigoureusement contrôlée, on suppose que l'erreur attribuable à l'hétérogénéité de l'échantillon est réduite au minimum, même s'il n'y a aucune justification statistique. Il faut se rappeler que le matériau de référence utilisé n'est pas certifié.

Pour déterminer la **comparabilité** interlaboratoire des données obtenues par les laboratoires participants, on a préparé des sous-échantillons de sédiments, comme il est indiqué ci-dessous, et on les a envoyés aux laboratoires.

Des sous-échantillons de sédiments humides ont été préparés à partir d'échantillons prélevés à trois endroits : 11B (fleuve Fraser, C.-B.), 40A (rivière Mistassinni, Québec), 21A (rivière Wapiti, Alberta). Les échantillons ont été subdivisés sur le terrain après mélange intime à l'aide d'une cuillère. L'échantillon 11B a été envoyé aux trois laboratoires commerciaux et au LNQE dans le cadre de l'étude de dépistage en laboratoire. Des sous-échantillons du site 40A ont été analysés par chacun des trois laboratoires commerciaux, mais on n'a pas envoyé de sous-échantillon de 21A au laboratoire de Seakem. Il n'est pas possible de garantir l'homogénéité des échantillons subdivisés sur le terrain.

Des analyses complètes de tous les groupes de congénères (dioxine et furane tétrachlorés à octachlorés) ont été effectuées sur tous les matériaux de référence (échantillons CQ1, CQ2 et CQ3). Ces données peuvent être utilisées pour évaluer la comparabilité interlaboratoire des résultats. On prévoit dans ce cas une meilleure homogénéité des sous-échantillons.

À noter que les échantillons de CQ (doubles, sous-échantillons, matériaux de référence) n'ont pas été envoyés aux laboratoires en tant qu'échantillons aveugles. Le laboratoire et l'analyste concernés connaissaient l'identité de chaque échantillon reçu.

2. ASSURANCE ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ : RÉSULTATS

2.1 CONTRÔLE INTRALABORATOIRE DE LA QUALITÉ

Les méthodes de contrôle de la qualité à l'intérieur d'un laboratoire sont décrits dans les rapports de laboratoire envoyés sur demande. Les résultats sont résumés et examinés ci-dessous.

- Les laboratoires d'Eco Logic, de Seakem et de LNQE ont communiqué les résultats pour un échantillon témoin analysé en même temps que les sédiments, alors que les laboratoires de CTERR et de Wellington ont analysé deux témoins. On n'a décelé ni dioxines ni furanes dans les témoins. Cependant, il y avait peut-être un problème de contamination dans le cas de Seakem, car l'échantillon témoin donnait des résultats positifs pour le groupe de congénères du T_4CDF (détection de 20 pg/g pour une limite de détection de 16 pg/g) et de O_8CDD (détection de 180 pg/g pour une limite de détection de 92 pg/g).

- Les résultats pour les échantillons dopés n'ont été communiqués que par les laboratoires LNQE. Ils ont révélé des taux de récupération de 52 à 63 % pour tous les substituts.

- Seuls les laboratoires de CTERR et de LNQE ont fourni des résultats pour le taux de récupération d'étalon (13C12-1234-T_4CDD). Les taux moyens de récupération étaient respectivement de 109 % et de 102 %, avec de faibles coefficients de variation, 6 % et 13 %.

- La méthode analytique pour les dioxines et les furanes nécessite l'addition d'une série d'étalons substituts (composés marqués au carbone-13) à chaque échantillon de sédiments. Cette méthode permet de calculer les valeurs moyennes de récupération des étalons ainsi que l'écart-type. Les résultats sont présentés au tableau D-2, avec la quantité de substitut ajouté. Les taux moyens de récupération pour les congénères tétra à octa se situaient entre 45 % et 95 %. Les coefficients de variation (CV) de la récupération étaient relativement faibles (8-30 %), ce qui laisse supposer que les méthodes analytiques étaient cohérentes. Une étude comparative interlaboratoire portant sur les dosages de CDD/CDF dans les composantes des pâtes et papiers a révélé des taux de récupération de 56-84 % et des CV de 9-53 % (Chiu et coll. 1989).

La **reproductibilité** des résultats analytiques, selon l'évaluation faite à l'aide d'échantillons de sédiments subdivisés, est illustrée aux tableaux D-3a et D-3b respectivement pour les dioxines et les furanes. Il faut noter que ces résultats représentent une combinaison d'erreurs analytiques aléatoires (instruments, extraction, purification, etc.), dues aux mesures répétées et à la variabilité liée à l'hétérogénéité de l'échantillon. Il est difficile d'obtenir des sous-échantillons homogènes à partir d'échantillons de sédiments humides, ce qui pourrait expliquer, en partie, la variabilité observée dans les résultats. L'hétérogénéité de l'échantillon peut être évaluée, dans une certaine mesure, grâce à l'examen des caractéristiques physiques des sédiments (Annexe I). Les résultats pour la granulométrie et la teneur en carbone organique des échantillons en double 21B, 22A et 22B montrent que les échantillons possèdent une bonne homogénéité.

La reproductibilité peut être représentée pour chaque série d'échantillons en double en calculant l'écart par rapport à la moyenne. Lorsqu'une valeur pour la paire d'échantillons est exprimée par "moins que la limite de détection", on suppose que la différence est de 0 % si les limites de détection pour la paire de résultats sont égales. Dans le cas contraire, on ne calcule aucune estimation de l'écart.

Il faut remarquer qu'une variabilité analytique de l'ordre du pg/g (ppt) est prévue pour les dosages répétitifs des CDD et des CDF, et qu'elle est acceptable (dans une certaine mesure). Lorsqu'on examine les résultats apparaissant aux tableaux D-3a et D-3b, il faut tenir compte du fait qu'il s'agit ici d'échantillons réels et que les milieux rencontrés ne sont jamais vraiment homogènes. De plus, la variance analytique augmente à mesure que les concentrations se rapprochent de la limite de détection de la méthode.

TABLEAU D-2. Taux de récupération d'étalons de substituts; moyenne, intervalle, écart-type et coefficient de variation (CV) en %.

Laboratoire	Nombre d'échantillons dopés	Paramètres	Récupération			
			Moyenne (%)	Intervalle (%)	Écart-type (%)	CV (%)
Wellington	29	C13-2378-T_4CDD	79	43-115	16.8	21
	29	C13-12378-P_5CDD	87	38-129	19.2	22
	29	C13-123678-H_6CDD	90	49-136	18.3	20
	29	C13-1234678-H_7CDD	84	50-117	18.0	21
	29	C13-O_8CDD	70	27-162	23.6	34
Seakem	21	C13-2378-T_4CDD	79	50-100	11.5	15
	21	C13-2378-T_4CDF	81	89-100	12.1	15
	21	C13-12378-P_5CDD	68	48-87	12.0	18
	21	C13-123678-H_6CDD	68	42-90	15.1	22
	21	C13-1234678-H_7CDD	63	35-95	15.6	25
	21	C13-O_8CDD	52	30-78	14.3	28
Eco Logic	33	C13-2378-T_4CDD	93	52-135	21.2	22
	33	C13-12378-P_5CDD	82	30-142	25.8	31
	33	C13-123678-H_6CDD	82	20-141	26.3	32
	33	C13-1234678-H_7CDD	70	20-132	25.4	36
	33	C13-O_8CDD	46	19-86	21.2	46
CTERR	15	C13-2378-T_4CDD	82	62-95	7.1	9
	15	C13-12378-P_5CDD	86	72-105	9.7	11
	15	C13-123678-H_6CDD	87	71-110	10.7	12
	15	C13-1234678-H_7CDD	79	54-107	13.0	17
	15	C13-O_8CDD	79	65-106	10.0	13
LNQE	45	C13-2378-T_4CDD	82	28-119	17.9	22
	45	C13-12378-P_5CDD	75	12-125	23.1	31
	45	C13-123678-H_6CDD	63	5-120	25.8	41
	45	C13-1234678-H_7CDD	57	10-118	24.7	43
	45	C13-O_8CDD	52	18-125	24.1	47

TABLEAU D-3a. **CONTRÔLE DE QUALITÉ INTRALABORATOIRE : RÉSULTATS OBTENUS AVEC DES ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENTS EN DOUBLE. CONCENTRATION DE DIOXINE (pg/g de poids humide).**

Laboratoire	Échantillon n°	2,3,7,8-T4CDD			Total T4CDD			Total P5CDD			Total H6CDD			Total H7CDD			Total O8CDD		
		résultats		écart*	résultats		écart	résultats		écart	résultats		écart	résultats		écart	résultats		écart
WELLINGTON	21B[1]	L5	L6	-[2]	5	5	0%	L2	L2	0%	L5	6	-	L8	L5	-	L9	L20	-
	#11B[1]	12	12	0%	12	12	0%	L16	L13	-	40	40	0%	10	21	36%	31	37	9%
ECO LOGIC	22A[1]	L1	L1	0%	L1	L1	0%	L1	L1	0%	L1	L1	0%	22	59	46%	7	180	93%
	QC3A-3B[3]	120	100	9%	120	100	9%	L4	L3	-	L4	26	-	84	140	25%	410	350	8%
SEAKEM	22B	L2	L2	0%	L2	L2	0%	L2	L3	-	L4	L5	-	15	9	25%	130	75	26%
	-[4]	1	1	0%	1	1	0%	L1	L2	-	720	770	3%	120	110	4%	440	410	4%
	-[4]	L9	L1	-	L9	L1	-	L12	L1	-	43	47	4%	L16	L12	-	L60	L60	0%

L signifie inférieure à la limite de détection indiquée immédiatement après
* écart = (valeur - moyenne)/moyenne x 100

(1) échantillon humide subdivisé au laboratoire
(2) écart non calculé, les résultats étant inférieurs à la limite de détection
(3) échantillon sec
(4) échantillons non inclus dans l'étude

TABLEAU D-3b. **CONTRÔLE DE QUALITÉ INTRALABORATOIRE : RÉSULTATS OBTENUS AVEC DES ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENTS EN DOUBLE. CONCENTRATION DE FURANE (pg/g de poids humide).**

Laboratoire	Échantillon n°	2,3,7,8-T4CDF résultats		écart*	Total T4CDF résultats		écart	Total P5CDF résultats		écart	Total H6CDF résultats		écart	Total H7CDF résultats		écart	Total O8CDF résultats		écart
WELLINGTON	21B(1)	36	32	6%	50	54	4%	L2	L3	-(2)	L1	L1	0%	L2	L2	0%	L2	L6	-
	#11B(1)	210	200	2%	310	320	2%	L6	L16	-	L2	L2	0%	L2	L3	-	L4	L5	-
ECO LOGIC	22A(1)	L1	L1	0%	L1	L1	0%	L1	L1	0%	L1	L1	0%	L1	L1	0%	L3	L5	-
	QC3A-3B(3)	120	110	4%	120	110	4%	L3	L4	-	L4	20	-	L5	92	-	120	110	4%
SEAKEM	22B	7	2	56%	7	2	56%	L2	L2	0%	2	L2	-	5	L3	-	7	L4	-
	-(4)	140	130	4%	200	190	3%	L2	L2	0%	22	38	27%	66	71	4%	16	22	16%
	-(4)	7	4	27%	7	6	15%	L8	L3	-	L18	L13	-	L13	L18	-	L28	L39	-

L signifie : inférieure à la limite de détection indiquée immédiatement après
* écart = (valeur - moyenne)/moyenne x 100

(1) échantillon humide subdivisé au laboratoire
(2) écart non calculé, les résultats étant inférieurs à la limite de détection
(3) échantillon sec
(4) échantillons non inclus dans l'étude

D'après l'expérience analytique présente, à des concentrations de contaminant de 10 pg/g, un écart de ± 100 % est jugé acceptable, alors qu'à des teneurs d'environ 100 pg/g on peut s'attendre à un écart de ± 25 % (Forbes, comm. pers., Environnement Canada). Ces limites peuvent être utilisées pour définir un degré acceptable de reproductibilité entre les échantillons dédoublés, et ce en dépit du fait qu'elles sont arbitraires et qu'elles ne sont pas précédées d'une longue expérience d'analyses. Aucune exigence ni critère de CQ pour la précision n'a été établi avant la présente étude. La méthode AQ pour l'analyse des effluents, des pâtes et des boues dans le cadre du programme (Sergeant, 1989) a établi l'acceptabilité des résultats pour des échantillons dédoublés à $\leq$ 50 % de différence relative.

Si on tient compte du nombre limité d'échantillons en double soumis, les résultats semblent traduire un bon rendement des laboratoires pour la reproductibilité, avec des écarts par rapport à la moyenne inférieurs à 10 %, pour la plupart des analyses de dioxines et de furanes (tableau D-3 et D-3B). Voici quelques commentaires particuliers à ce sujet :

- Les dosages en double de la 2,3,7,8-T_4CDD et de la conc. totale de T_4CDD ont révélé une bonne reproductibilité (écart < 10 %). À de faibles concentrations de contaminants (en dessous ou près de la limite de détection), les trois laboratoires commerciaux ont obtenu des résultats dont la variabilité était minimale (0 %).

- Les mêmes commentaires s'appliquent aux résultats en double pour 2,3,7,8-T_4CDF et pour le total T_4CDF, même si on a observé, dans certains cas à faible concentration (près de la limite de détection), des écarts plus importants par rapport à la moyenne (56 % et 27 %).

- Des écarts plus importants (moyenne de 30 %) sont observés pour les dioxines plus chlorées (total H_7CDD et O_8CDD), comparativement aux dioxines moins chlorées.

- Les concentrations de furanes pentachlorés à octachlorés dans les échantillons en double étaient généralement inférieures à la limite de détection. Les quelques paires d'échantillons avec des valeurs supérieures à la limite de détection présentaient un degré de reproductibilité acceptable (écarts de 4 % à 27 %).

Les concentrations de dioxine et de furane étaient inférieures à la limite de détection dans le cas de la moitié des échantillons soumis en double. La reproductibilité des données pour les valeurs inférieures à la limite de détection ne peut être évaluée qu'en fonction de la validité de la limite de détection. La reproductibilité de la limite de détection était bonne pour la plupart des ensembles de données dont les limites de détection étaient identiques (par ex. L2, L2) ou différaient de moins de 3 pg/g (par ex. L3, L5).

Pour sept séries de résultats appariés, la précision ne peut être calculée du fait que les rapports font état d'une valeur inférieure à la limite de détection et d'une valeur supérieure à cette limite. Alors que les différences étaient minimales pour quatre des séries, Eco Logic a signalé des différences plus grandes pour les congénères H_6CDD, H_6CDF et H_7CDF dans

les échantillons en double CQ3A et CQ3B. La faible reproductibilité observée dans ces derniers cas peut être attribuée à un manque de cohérence au niveau du laboratoire, car on peut supposer que l'homogénéité de l'échantillon est satisfaisante pour le matériau de référence.

2.2 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ INTERLABORATOIRE

Les biais et la comparabilité des données d'un laboratoire à l'autre ont été évalués grâce à des échantillons de référence et à des sous-échantillons. Les résultats pour les échantillons de contrôle de qualité interlaboratoire sont donnés aux tableaux D-4a, D-4b et D-5.

Le faible nombre, d'une part, d'échantillons de contrôle de qualité interlaboratoire et, d'autre part, de laboratoires participants, exclut toute utilisation de techniques statistiques (moyenne et coefficient de variation) pour évaluer les résultats. C'est pourquoi, l'évaluation du contrôle de qualité interlaboratoire se limite à une description qualitative des résultats.

Si on tient compte des observations antérieures sur la reproductibilité intralaboratoire (Section 2.1), les résultats de CQ donnés aux tableaux D-4a, D-4b et D-5 semblent satisfaisants du point de vue des biais et de la comparabilité; dans l'ensemble, 75 % des séries de données présentent une bonne concordance. Les limites pour un degré acceptable de variabilité entre les résultats des analyses de dioxines et de furanes par les laboratoires n'ont pas encore été définies. Une évaluation détaillée des résultats du contrôle de qualité interlaboratoire est nécessaire pour déceler la présence de biais systématiques et pour déterminer si les analyses de groupes de congénères donnent différents degrés de variabilité. Les résultats pour les échantillons de référence et pour les sous-échantillons humides seront évalués séparément du fait que les techniques de sous-échantillonnage étaient différentes.

2.2.1 Échantillons de référence

Les tableaux D-4a et D-4b présentent les résultats analytiques pour les quatre échantillons de contrôle de la qualité (échantillons de référence CQ1, CQ2, CQ3A, CQ3B) soumis aux trois laboratoires commerciaux.

Le biais de l'analyse est évalué à l'aide des résultats obtenus avec des échantillons de référence fortifiés (à des concentrations de 50 et 100 pg/g).

- Les résultats obtenus avec les échantillons fortifiés montrent que les valeurs des laboratoires se situaient généralement à moins de 20 % en moyenne des valeurs prévues.

- Au niveau de 100 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF, tous les laboratoires fournissaient des résultats relativement précis (soit dans l'intervalle 90-120 pg/g).

TABLEAU-4a. CONTRÔLE DE QUALITÉ INTERLABORATOIRE : RÉSULTATS POUR LA DIOXINE DANS LES ÉCHANTILLONS DE RÉFÉRENCE

ÉCHANTILLON CQ1**

Laboratoire	CONCENTRATION DE DIOXINE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDD	total T4CDD	total P5CDD	total H6CDD	total H7CDD	total O8CDD
Seakem	L18	L18	L30	L50	63	840
Wellington	L50	L3	L3	38	150	660
Eco Logic	18	18	L4	75	270	690

** non fortifié

ÉCHANTILLON CQ2**

Laboratoire	CONCENTRATION DE DIOXINE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDD	total T4CDD	total P5CDD	total H6CDD	total H7CDD	total O8CDD
Seakem	L34	L34	L58	L140	120	800
Wellington	64	43	L6	33	130	480
Eco Logic	98	98	L3	21	120	570

** fortifié avec 50 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD

ÉCHANTILLON CQ3A**

Laboratoire	CONCENTRATION DE DIOXINE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDD	total T4CDD	total P5CDD	total H6CDD	total H7CDD	total O8CDD
Seakem (1)	NA (3)	NA	NA	NA	NA	NA
Wellington	110	84	L4	27	150	550
Eco Logic	120	120	L4	L4	84	410

** fortifié avec 100 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD

ÉCHANTILLON CQ3B**

Laboratoire	CONCENTRATION DE DIOXINE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDD	total T4CDD	total P5CDD	total H6CDD	total H7CDD	total O8CDD
Seakem	91	91	23	98	130	930
Wellington (2)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Eco Logic	100	100	L3	26	140	350

** fortifié avec 100 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD

L signifie : inférieure à la limite de détection indiquée immédiatement après
(1) Perte de l'échantillon CQ3A. Absence de résultats
(2) Échantillon CQ3B perdu pendant la purification -absence de résultats
(3) NA - non applicable (pas d'analyse disponible)

TABLEAU D-4b. CONTRÔLE DE QUALITÉ INTERLABORATOIRE : RÉSULTATS POUR LE FURANE DANS LES ÉCHANTILLONS DE RÉFÉRENCE

ÉCHANTILLON CQ1**

Laboratoire	CONCENTRATION DE FURANE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDF	total T4CDF	total P5CDF	total H6CDF	total H7CDF	total O8CDF
Seakem	L16	L16	L22	L20	100	120
Wellington	L10	31	14	47	72	150
Eco Logic	L4	18	L4	45	140	170

**non fortifié

ÉCHANTILLON CQ2**

Laboratoire	CONCENTRATION DE FURANE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDF	total T4CDF	total P5CDF	total H6CDF	total H7CDF	total O8CDF
Seakem	L30	L30	L42	L54	L93	140
Wellington	59	68	11	28	62	150
Eco Logic	53	83	L3	18	36	110

**fortifié avec 50 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD

ÉCHANTILLON CQ3A**

Laboratoire	CONCENTRATION DE FURANE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDF	total T4CDF	total P5CDF	total H6CDF	total H7CDF	total O8CDF
Seakem (1)	NA (3)	NA	NA	NA	NA	NA
Wellington	94	100	12	26	79	150
Eco Logic	120	120	L4	L4	L5	120

** fortifié avec 100 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDF

ÉCHANTILLON CQ3B**

Laboratoire	CONCENTRATION DE FURANE (pg/g de poids sec)					
	2378 T4CDF	total T4CDF	total P5CDF	total H6CDF	total H7CDF	total O8CDF
Seakem	120	130	95	130	100	140
Wellington (2)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Eco Logic	110	110	L3	20	92	110

** fortifié avec 100 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDF

L signifie : inférieure à la limite de détection indiquée immédiatement après
(1) Perte de l'échantillon CQ3A. Absence de résultats
(2) Échantillon CQ3B perdu pendant la purification -absence de résultats
(3) NA - non applicable (pas d'analyse disponible)

- Au niveau de 50 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF, le laboratoire de Seakem éprouvait un problème de détection probablement en raison d'une purification insuffisante ou de conditions peu propices au niveau des appareils (Chau, comm. pers., INRE). Le biais dans le cas de la 2,3,7,8-T_4CDD analysé par le laboratoire d'Eco Logic était de presque 100 % (98 pg/g dans le rapport).

La **comparabilité** peut être évaluée à l'aide des résultats obtenus pour les autres congénères de dioxine et de furane (tétrachlorés à octachlorés).

- Les concentrations totales de dioxines et de furanes tétrachlorés étaient comparables à celles de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF, ce qui montre que les échantillons de référence utilisés étaient pratiquement exempts d'autres congénères tétrachlorés.

- Les échantillons CQ soumis ne contenaient que de faibles concentrations (près de la limite de détection) de dioxines et de furanes pentachlorés et hexachlorés (P_5CDD, P_5CDF, H_6CDD et H_6CDF). Aux faibles concentrations, les séries de résultats présentaient généralement une bonne concordance et les laboratoires obtenaient des résultats comparables. Cependant, les résultats pour P_5CDF, H_6CDF et H_6CDD fournis par Seakem pour l'échantillon CQ3B présentaient un biais par excès, et il s'agissait là des seules valeurs aberrantes. De plus, Seakem a éprouvé des difficultés avec les limites de détection, lors de l'analyse des échantillons CQ1 et CQ2.

- Dans l'analyse de H_7CDD, H_7CDF et O_8CDF, les échantillons CQ renfermaient des concentrations décelables de dioxine et de furane (environ 50-150 pg/g). Les laboratoires ont présenté des résultats comparables. Seul le laboratoire d'Eco Logic a communiqué des résultats aberrants pour l'analyse de H_7CDF dans l'échantillon CQ3A.

- Les échantillons CQ renfermaient des concentrations élevées d'O_8CDD (400-800 pg/g) et les laboratoires ont présenté des résultats comparables. Les résultats de Seakem pour O_8CDD semblaient systématiquement plus élevés que ceux des autres laboratoires.

Une étude nationale de contrôle de qualité pour la dioxine (Stokker et Chau, 1989) a été effectuée récemment par l'Institut national de recherche sur les eaux (Groupe de l'assurance de la qualité). Les échantillons de sédiments ont été préparés à l'aide de substances de référence, avec les mêmes méthodes et les mêmes niveaux de dopage que pour CQ2 et CQ3. On dispose actuellement de résultats préalables sur l'analyse des dioxines et des furanes dans les sédiments. Dix laboratoires commerciaux et gouvernementaux y ont participé : les laboratoires d'Environnement Canada, le Laboratoire national de la qualité des eaux (Burlington), le Centre de technologie environnementale de River Road, Wellington Environmental Consultants Inc. et Eco Logic Laboratory Inc.

L'étude nationale n° 1 de contrôle de la qualité pour la dioxine (Stokker et Chau, 1989) était la première étude qui portait sur les sédiments. Il est donc évident que la base de données d'assurance et de contrôle de la qualité pour l'analyse des dioxines et des furanes dans les sédiments n'est pas fondée sur une expérience analytique à long terme. Il est, cependant,

utile de comparer la variabilité interlaboratoire observée dans les deux études CQ et de vérifier si les résultats traduisent des tendances similaires à des concentrations de contaminants comparables. La combinaison des résultats des deux études CQ permettra de mieux évaluer la variabilité interlaboratoire grâce à une base de données plus étendue. Il s'agit également de bonnes références pour déterminer l'acceptabilité des résultats de la présente étude.

Les résultats de l'étude nationale n° 1 de CQ pour la dioxine, bien qu'obtenus à une époque différente (été 1989) pourront compenser pour l'absence d'analyses du CTERR et du LNQE avec des échantillons de référence (biais et comparabilité des résultats). Il est important de noter que l'utilisation de données de cette étude pour évaluer le rendement du CTERR et du LNQE suppose que les laboratoires avaient une capacité d'analyse constante dans le temps.

Dans les deux études CQ, les résultats indiquent une variabilité similaire pour les données interlaboratoires. On suppose donc que la variabilité interlaboratoire observée dans la présente étude est acceptable, bien que non quantifiée. Les résultats préalables de Stokker et Chau (1989) sont brièvement examinés ci-dessous.

- Pour les échantillons de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF fortifiés à une concentration de 100 pg/g, Stokker et Chau (1989) ont obtenu des valeurs situées dans le même intervalle (80-150 pg/g), avec un biais comparable (moins de 30 % d'écart) à celui des données fournies dans la présente étude (Environnement Canada, 1990). À 50 pg/g, le biais augmentait et des écarts plus grands par rapport aux valeurs théoriques (± 70 %) ont été observés pour l'analyse de la 2,3,7,8-T_4CDD. Tous les résultats obtenus par le CTERR et le LNQE avec des échantillons fortifiés étaient satisfaisants (généralement à moins de 20 %).

- Stokker et Chau (1989) font état d'une variabilité comparable à celle de la présente étude (Environnement Canada, 1990) pour P_5CDD, H_6CDD, P_5CDF et H_6CDF lorsque les concentrations étaient proches de la limite de détection. Aucune valeur supérieure à la limite de détection n'a été rapportée ni par le CTERR ni par le LNQE ni d'ailleurs par la majorité des participants. Il y a eu également des résultats aberrants : le CTERR obtenait un biais par excès pour les concentrations de P_5CDF et de H_6CDF de l'un des deux échantillons soumis dans le cadre de l'étude.

- Les résultats analytiques fournis par les laboratoires dans l'étude de Stokker et Chau (1989), avec des concentrations similaires pour H_7CDD, H_7CDF et O_8CDF, étaient comparables et accusaient une variabilité semblable. Les laboratoires CTERR et LNQE se comparaient bien l'un à l'autre, ainsi qu'avec les autres participants.

- Finalement, la majorité des participants de l'étude de Stokker et Chau ont obtenu des résultats comparables pour les fortes concentrations d'O_8CDD (250-550 pg/g). Les laboratoires CTERR et LNQE

nt communiqué des résultats présentant une comparabilité satisfaisante.

2.2.2 Sous-échantillons humides

Le contrôle de qualité interlaboratoire a également été évalué à l'aide de sous-échantillons humides (Tableau D-5). Avant toute interprétation des résultats, il faut déterminer l'homogénéité des sous-échantillons, car des différences dans les caractéristiques physiques peuvent influer sur les résultats analytiques. L'annexe H présente ces caractéristiques pour les sédiments (granulométrie et carbone organique). Les résultats pour les échantillons 11B et 40 montrent que les sous-échantillons n'étaient pas homogènes. Dans le cas de 11B, le sous-échantillon envoyé à LNQE renfermait des pourcentages plus élevés de carbone organique et d'argile que l'échantillon expédié à Eco Logic. Malheureusement, on ne possède aucun résultat pour les laboratoires de Seakem et Wellington. Le sous-échantillon 40A envoyé au laboratoire de Seakem renfermait un à celui des sous-échantillons expédiés aux laboratoires de Wellington et d'Eco Logic. Les sous-échantillons 21A étaient homogènes quant aux caractéristiques physiques.

Les analyses de sous-échantillons humides montrent que les dioxines et les furanes étaient absents ou présents en très faibles concentrations (excepté pour O_8CDD et 2,3,7,8-T_4CDF); ces résultats analytiques sont significatifs étant donné qu'ils témoignent d'une bonne comparabilité entre laboratoires. Les différences observées pour O_8CDD et 2,3,7,8-T_4CDF peuvent être attribuées à l'hétérogénéité des échantillons. Cela semble particulièrement évident pour l'important écart des valeurs de O_8CDD enregistrées dans le cas de l'échantillon 40 par Seakem.

2.3 DISCUSSION AU SUJET DE L'AQ/CQ

L'interprétation des résultats d'AQ/CQ est fortement limitée en raison des facteurs examinés ci-dessous.

- L'utilisation de sédiments humides à des fins de CQ est inadéquate du fait qu'il est difficile d'assurer l'homogénéité des échantillons; ainsi, les variations dans les résultats peuvent être attribuées à l'hétérogénéité de l'échantillon. De plus, les échantillons humides renfermaient principalement des concentrations non décelables de CDD/CDF. Les échantillons de CQ doivent être choisis de façon à refléter la reproductibilité et la comparabilité dans un certain intervalle de valeurs décelables.

- Les résultats obtenus avec les échantillons de référence dopés ont fourni des réponses incomplètes sur les biais et la comparabilité interlaboratoire dans le cas de la 2,3,7,8-T_4CDD. Les concentrations de dopage n'étaient pas représentatives des faibles concentrations observées dans les échantillons de sédiments. Étant donné qu'on a souvent obtenu des valeurs inférieures à la limite de détection, il aurait fallu absolument préparer des échantillons à des

TABLEAU D-5. Contrôle de Qualité Interlaboratoire : Résultats pour la Dioxine et le Furane avec des Sous-Échantillons de Sédiments Humides Subdivisés sur le Terrain

Échantillon n°.	Laboratoire	CONCENTRATION DE DIOXINE (pg/g de poids sec) 2378 T4CDD	total T4CDD	total P5CDD	total H6CDD	total H7CDD	total O8CDD
11B (Norwd-1)	Wellington	12	12	L16	40	10	31
	Eco Logic	L5	L5	L5	L8	17	L10
	Seakem	5	5	L6	13	20	95
	NWQL	L15	L15	L20	L30	L50	L75
40A	Wellington	L10	2	L3	L2	L9	L40
	Eco Logic	L2	2	L2	19	68	72
	Seakem	L3	L3	L9	8	26	410
21A	Wellington	L1	L1	L2	L4	L5	L20
	Eco Logic	L2	L2	L2	L2	L5	L16

Échantillon n°.	Laboratoire	CONCENTRATION DE FURANE (pg/g de poids sec) 2378 T4CDF	total T4CDF	total P5CDF	total H6CDF	total H7CDF	total O8CDF
11B (Norwd-1)	Wellington	210	310	L6	L2	L2	L5
	Eco Logic	230	520	L3	L4	L6	L8
	Seakem	180	290	L4	L4	L14	L12
	NWQL	274	406	L15	L25	L40	L75
40A	Wellington	7	6	L1	11	25	L20
	Eco Logic	5	8	L2	5	37	20
	Seakem	13	13	L9	L5	57	46
21A	Wellington	1	1	L1	L1	L2	L4
	Eco Logic	L2	L2	L2	L2	L2	L16

L signifie : inférieure à la limite de détection indiquée immédiatement après

concentrations du même ordre de grandeur que la limite de détection. Par contre, les échantillons de référence dopés avec le 2,3,7,8-T_4CDF étaient tout à fait pertinents eu égard aux concentrations observées lors de l'étude.

- On ne possède pas assez de données pour évaluer de façon satisfaisante la qualité et la comparabilité des résultats. Au départ, cinq échantillons CQ faisaient partie de la série d'échantillons soumis à chaque laboratoire. Cependant, en plus des inconvénients inhérents aux échantillons humides (voir ci-dessus), les résultats pour les échantillons de référence étaient incomplets (deux laboratoires ont perdu l'un des échantillons CQ) ou avaient une sensibilité insuffisante (limite de détection trop élevée). Pour toutes ces raisons, la fréquence pour les échantillons CQ était sensiblement moindre que prévu, et le processus d'interprétation se trouvait gravement entravé à cause du faible nombre d'échantillons et de participants de l'analyse. Les résultats disponibles du contrôle de qualité interlaboratoire ne constituent pas une base complète de données et ne sont pas suffisants pour évaluer la capacité d'analyse globale des laboratoires participants.

- Le fait que les analyses CQ n'ont pas été effectuées avec des échantillons aveugles peut suggérer que des résultats de meilleure qualité que ceux qui sont normalement obtenus par un laboratoire ont été fournis.

- Étant donné qu'on ne dispose pas d'échantillons de référence normalisés (ÉRN) pour les CDD/CDF dans les sédiments, il est impossible de déterminer la précision de la méthode utilisée par chaque laboratoire. En l'absence d'ÉRN, l'utilisation d'échantillons de référence dopés représentait un moyen pour évaluer les biais. Pour ce qui est de la préparation, ces derniers échantillons sont équivalents aux ÉRN, mais ils ne représentent pas une valeur certifiée.

La méthode analytique pour les dioxines et les furanes est longue et fait intervenir de nombreuses étapes de préparation et de purification, sources possibles d'erreurs. Autre source d'erreur : la différence au niveau des appareils utilisés par les laboratoires. Il y avait également des différences quant au type et à l'intensité des méthodes de CQ intralaboratoires. Dans le cas de traces, de petites différences dans les méthodes de purification ou dans l'entretien des appareils peuvent conduire à des variations de sensibilité et à des fluctuations dans les limites de détection.

Autres facteurs à considérer pour la comparabilité des résultats interlaboratoires :

- Environnement Canada n'a pas fourni de solutions étalons communes et exactes (substitut, étalon de rendement et d'analyse quantitative) aux laboratoires.

- Le montant (concentration et quantité) de substitut ajouté aux échantillons variait d'un laboratoire à l'autre.

- Aucune limite de détection acceptable, préalable, n'a été établie.

Si on considère le faible nombre d'échantillons analysés, le nombre de participants et les limitations pour l'évaluation, il apparaît tout à fait pertinent de compléter la discussion AQ/CQ avec les résultats obtenus dans une récente Étude comparative interlaboratoire sur la mesure des CDD/CDF dans les composantes des pâtes et papiers (Chiu et coll. 1989). L'étude a été effectuée en deux parties pour évaluer la comparabilité des méthodes et des résultats analytiques par divers laboratoires du gouvernement canadien et du secteur privé. On a utilisé des échantillons (pâtes et boues) et des solutions étalons aveugles.

- Pendant la première partie de l'étude, des solutions étalons (constituées de 10 isomères d'homologues tétra à octa), avec une valeur théorique de 100 pg/µL (ppt), ont été analysées. Les résultats ont montré que des coefficients de variation de 28 % et 49 % ont été obtenus respectivement pour 2,3,7,8-T_4CDD et 2,3,7,8-T_4CDF. Pour les autres groupes de congénères, la variation était plus grande, soit de 28 % à 65 %.

- Les échantillons de pâtes soumis ne contenaient que de faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD. La variabilité des résultats fournis par les laboratoires (L50, L38, 40, 12, 10, 10) était liée aux grandes différences de sensibilité des méthodes analytiques. Pour le 2,3,7,8-T_4CDF, les estimations donnent un coefficient de variation de 45 %, avec une valeur moyenne de 350 pg/g.

- Dans les échantillons de boues, on a décelé des valeurs plus élevées de 2,3,7,8-T_4CDD (moyenne de 200 pg/g), avec un coefficient de variation de 35 %. L'analyse des dioxines heptachlorées et octachlorées, avec respectivement des concentrations moyennes de 225 et 1 700 pg/g, donnait des coefficient de variation de 67 % et de 40 %.

- La seconde partie de l'étude interlaboratoire sur les pâtes et papiers (Chiu et coll.) a montré que la concordance et la fiabilité des résultats se trouvaient améliorés grâce à la fourniture de solutions étalons communes et exactes pour l'étalonnage, enfin à l'imposition de critères obligatoires et d'éléments clés pour l'assurance de la qualité et les méthodes analytiques. Dans des conditions ainsi déterminées, les coefficients de variation étaient sensiblement réduits et améliorés (de 13-56 %).

Les résultats de l'étude interlaboratoire sur les pâtes et papiers (Chiu et coll.), examinés ci-dessus, ne peuvent être reliés par une corrélation directe avec les données de la présente étude sur les sédiments, du fait que chaque milieu nécessite différentes méthodes d'extraction et de purification, et que la sensibilité analytique est variable. De plus, les méthodes analytiques employées dans la présente étude n'étaient pas équivalentes à celles utilisées dans l'étude interlaboratoire (Chiu et coll.). En général, les techniques analytiques étaient semblables, mais

certains éléments n'ont pas été suivis explicitement et ont peut-être été à l'origine de la plus grande variabilité.

Cependant, l'étude interlaboratoire sur les pâtes et papiers (Chiu et coll.) donne des indications sur l'intervalle possible de variabilité interlaboratoire obtenu dans des conditions déterminées. Elle donne également une perspective plus large et constitue une référence nous permettant d'évaluer les résultats obtenus pour l'AQ/CQ dans la présente étude de la contamination des sédiments. À cet égard, le bilan global sur la qualité des données obtenues pour l'étude des sédiments, d'après les résultats AQ/CQ et les discussions antérieures, s'établit comme suit :

1) **Dans le cas des échantillons CQ révélant de faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDD, les grandes différences dans les limites de détection d'un laboratoire à l'autre et les écarts importants par rapport à la valeur théorique laissent supposer que les données fournies par les laboratoires commerciaux sont peut-être moins précises et non comparables dans certains cas. Aux faibles concentrations de 2,3,7,8-T_4CDF, la précision et la comparabilité semblent indiquer des résultats légèrement meilleurs. Il n'y a pas assez de données pour conclure quant à la qualité de ces analyses.**

2) **À des concentrations égales ou supérieures à 100 pg/g de 2,3,7,8-T_4CDD et de 2,3,7,8-T_4CDF, le rendement analytique des laboratoires est considéré comme acceptable; la précision et la comparabilité (20 %) des résultats étaient satisfaisantes.**

3) **Pour les autres groupes congénères de dioxine et de furane (pentachlorés à octachlorés), la variation interlaboratoire est plus grande (± 50 %) et les valeurs aberrantes sont plus importantes.**

Bien que les résultats de l'étude restreinte d'AQ/CQ conduite dans le cadre de l'analyse des sédiments soient partiellement acceptables, un programme plus complet, mis en oeuvre avant les analyses d'échantillons, aurait été des plus utiles pour accroître la confiance dans les données et maximiser la production de données analytiques qualitatives. De plus, il faut admettre que la conception de l'étude AQ/CQ prête à confusion, en effet il y avait absence d'objectifs clairement définis et diverses activités n'ont pas été coordonnées ni gérées de façon satisfaisante. Enfin, les résultats des laboratoires n'ont pas été évalués systématiquement et de façon satisfaisante et, par conséquent, il n'a pas été possible de déceler les problèmes, ni de proposer les mesures correctives dans un délai approprié. La plupart des problèmes au niveau de l'AQ/CQ résultaient dans une large mesure de l'absence de responsabilités clairement définies et permanentes pour la gestion du projet. Un contrôle plus strict et systématique des travaux effectués par les laboratoires aurait permis de veiller au respect des exigences AQ/CQ et d'assurer un rendement satisfaisant.

RÉFÉRENCES

Chiu, C.H., M.J. Bumbaco and R.C. Lao. 1989. Interlaboratory Comparison Studies on the Measurements of PCDD/PCDF in Pulp and Paper Matrices Chemosphere, 19:7-12.

Sergeant, D.B. 1989. Quality Assurance Protocol for CPAA National Dioxin Characterization of Canadian Bleached Chemical Pulping Operations. In: Afghan B.K. 1989. Proposed Reference Methods for Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans. Canada Centre for Inland Waters, Burlington. 56 p.

Stokker, Y.K. and A.S.Y. Chau. 1989. National Dioxin Quality Control Study No. 1. The Analyses of Dioxins and Furans in Sediments. Canada Centre for Inland Waters. Burlington (in preparation).

DQAC, 1989. Dioxin Quality Assurance Committee - Inter Lab. Study II - Pulp and Paper Matrices Analytical Procedures. June 1988.

ANNEXE E

LISTE DES LABORATOIRES D'ANALYSE ET CODIFICATION DES ÉCHANTILLONS DE SÉDIMENTS

Annexe E Liste des laboratoires d'analyse et codification des échantillons de sédiments

EC[1] n°	Échantillon de terrain[2] Code	Code[3] Analytique	Laboratoire[4] Dioxines/furanes	Granulométrie	Carbone organique
1A	Elk Falls - Site A	323-22	SEAK	NA	SOILC
1B	Elk Falls - Site C	323-23	SEAK	SOILC	SOILC
1C	Elk Falls - Painter's Lodge	323-21	SEAK	SOILC	SOILC
2A	Crofton A - Dryland Sort	CROFTON A	RRETC	WR-R	NWQ
2AA	BCFP Crofton Sampler	CDS-8	CWS	-	-
2B	Crofton B - off outfall	CROFTON B	RRETC	WR-R	NWQ
2C	Crofton C - off South Wharf	CROFTON C	RRETC	WR-R	NWQ
3A	Gold River - Jacklah Bay	323-19	SEAK	SOILC	SOILC
3B	Gold River - In front of G.R. Pulp Mill	323-20	SEAK	SOILC	SOILC
4A	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
4B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
4C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
4D	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
4E	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
4F	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
5A	KITU-01	8909369	NWQ	WR-V	NWQ
5B	KITU-02	8909370	NWQ	WR-V	NWQ
5C	KITU-03	8907371	NWQ	WR-V	NWQ
5D	EUR-01	8907372	NWQ	WR-V	NWQ
5E	EUR-02	8907373	NWQ	WR-V	NWQ
5F	EUR-03	8907374	NWQ	WR-V	NWQ
5G	Kitimat-7 (Stn 10)	-	NWQ	WR-V	NWQ
5H	Kitimat-20(D)	-	NWQ	WR-V	NWQ
5I	Kitimat-21(E)	-	NWQ	WR-V	NWQ

(1)Numéro de site attribué par le ministère de l'Environnement et utilisé tout au long du présent rapport
(2)Code d'identification apparaissant sur les étiquettes des échantillons de terrain
(3)Code attribué par le laboratoire d'analyses et apparaissant dans les rapports analytiques
(4)Identification du laboratoire qui a effectué les analyses

LÉGENDE

Dioxines/furanes

SEAK	Seakem Ltd.
RRETC	Centre de technologie environnementale de River Road
NWQ	Laboratoire national de la qualité des eaux
ECOL	Eco Logic Inc.
WELL	Wellington Inc.
CWS	Service canadien de la faune
USEPA	United States Environmental Protection Agency

Granulométrie/carbone organique

SOILC	Soilcon Laboratory Ltd.
XRAL	XRAL Environmental
NWQ	Laboratoire national de la qualité des eaux
WR-V	Laboratoire de la Direction des ressources en eau - Vancouver
WR-R	Laboratoire de la Direction des ressources en eau - Regina

Annexe E (suite)

EC[1] n°	Échantillon de terrain[2] Code	Code[3] Analytique	Laboratoire[4] Dioxines/furanes	Granulométrie	Carbone organique
6A	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
6B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
6C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
6D	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
6E	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
6F	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
7A	M&B Harmac A	HARMAC A	RRETC	WR-R	NWQ
7AA	M&B Harmac - Station A	CDS-10	CWS	-	-
7B	M&B Harmac B	HARMAC B	RRETC	-	-
7C	M&B Harmac C	HARMAC C	RRETC	-	-
8A	M&B Port Alberni - C	BCS-12	RRETC	-	-
9A	Canfor - Port Mellon #1	BCS-17	RRETC	WR-R	NWQ
9B	Canfor - Port Mellon #2	BCS-18	RRETC	WR-R	NWQ
10A	PR-3	BCS-15	RRETC	-	-
11A	-	BCS-10	RRETC	WR-R	NWQ
11B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
11C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
11D	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
12/13A	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
12/13B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
12/13C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
12/13D	-	BCS-10	RRETC	WR-R	NWQ
12/13E	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
12/13F	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
12/13G	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
14A	Rupert Site #1 - Sample 1A	323-15	SEAK	SOILC	SOILC
14B	Rupert Site #2 - Sample 2A	323-16	SEAK	SOILC	SOILC
15A	-	BCS-11	RRETC	NA	NA
15B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
15C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
15D	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
16A	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
16B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
16C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
16D	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
16E	-	-	NWQ	WR-V	NWQ

Annexe E (suite)

EC[1] n°	Échantillon de terrain[2] Code	Code[3] Analytique	Laboratoire[4] Dioxines/furanes	Granulométrie	Carbone organique
17A	Woodfibre - A	BCS-19	RRETC	NA	NA
17B	Woodfibre - B	BCS-20	RRETC	WR-R	NWQ
17C	Squamish Hbr.	BCS-21	RRETC	WR-R	NWQ
18A	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
18B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
18C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
19A	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
19B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
19C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
19D	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
19E	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
19F	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
20A	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
20B	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
20C	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
20D	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
20E	-	-	NWQ	WR-V	NWQ
21A	Wapiti - Upstream	89-00175	ECOL	WR-R	XRAL
21AA	Wapiti - Upstream	3	WELL	WR-R	XRAL
21B	Wapiti - Downstream A	1	WELL	WR-R	XRAL
21BB	Wapiti - Downstream B	2	WELL	WR-R	XRAL
22A	Athabasca (above) A	89-00173	ECOL	WR-R	XRAL
22AA	Athabasca (above) B	89-00174	ECOL	WR-R	XRAL
22B	Athabasca - Downstream "A"	323-08	SEAK	SOILC	SOILC
22BB	Athabasca - Downstream "B"	323-09	SEAK	SOILC	SOILC
22C	Athabasca Lake	90-00745	NWQ	WR-R	NWQ
23A	North Saskatchewan River	323-04	SEAK	SOILC	SOILC
24A	Sask. U. Strm	14210	NWQ	WR-V	NWQ
24B	Sask. D. Strm	14211	NWQ	WR-V	NWQ
25A	DC01	8911882	NWQ	WR-V	NWQ
25B	DC02	8911883	NWQ	WR-V	NWQ
25C	DC03	8911884	NWQ	WR-V	NWQ
26A	Wabigoon L. US #4	23	WELL	WR-R	NWQ
26B	Clay Lake DS #5	19	WELL	WR-R	NWQ
26C	Clay Lake DS #6	20	WELL	WR-R	NWQ
26D	Wabigoon R. DS #1	21	WELL	WR-R	XRAL
26E	Wabigoon R. DS #3	22	WELL	WR-R	XRAL

Annexe E (suite)

EC[1] n°	Échantillon de terrain[2] Code	Code[3] Analytique	Laboratoire[4] Dioxines/furanes	Granulométrie	Carbone organique
27A	EB01	8911870	NWQ	WR-V	NWQ
27B	EB03	8911872	NWQ	WR-V	NWQ
27C	EB02	8911871	NWQ	WR-V	NWQ
28A	RL-1	H	USEPA	NA	NA
28B	RR-3	E	USEPA	NA	NA
28C	SR-1	A	USEPA	NA	NA
28D	4MB-1	B	USEPA	NA	NA
28E	4MB-2	C	USEPA	NA	NA
28F	LW-1	F	USEPA	NA	NA
29A	DS #1 James River Marathon L. Superior	89-00178	ECOL	WR-R	XRAL
29B	DS #2 James River, Marathon	89-00179	ECOL	WR-R	XRAL
29C	DS #3 James River Marathon L. Superior	89-00180	ECOL	WR-R	XRAL
29D	DS #4 James River marathon L. Superior	89-00181	ECOL	WR-R	XRAL
29E	DS #5 James River marathon L. Superior	89-00182	ECOL	WR-R	XRAL
29F	DS #6 Domtar Red Rock (wrong label)	89-0183	ECOL	WR-R	XRAL
30A	DS #1 Domtar Red Rock Nipigon Bay	89-00177	ECOL	WR-R	XRAL
30B	DS #2 Domtar Red Rock Nipigon Bay L. Sup	89-00184	ECOL	WR-R	XRAL
30C	DS #3 Domtar Red Rock Nipigon Bay L. Sup	89-00185	ECOL	WR-R	XRAL
30D	DR01	8911879	NWQ	WR-V	NWQ
30E	DR02	8911880	NWQ	WR-V	NWQ
30F	DR03	8911881	NWQ	WR-V	NWQ
31A	F01	8911869	NWQ	WR-V	NWQ
32A	Moberly Bay DS #1	16	WELL	WR-R	XRAL
32B	Moberly Bay DS #2	17	WELL	WR-R	XRAL
32C	Moberly Bay DS #3	18	WELL	WR-R	NWQ
33A	CPGL01	8911876	NWQ	WR-V	NWQ
33B	CPGL02	8911877	NWQ	WR-V	NWQ
33C	CPGL03	8911878	NWQ	WR-V	NWQ
34A	M01	8911873	NWQ	WR-V	NWQ
34B	M02	8911874	NWQ	WR-V	NWQ
34C	M03	8911875	NWQ	WR-V	NWQ
35A	Q-15	89-00165	ECOL	WR-R	XRAL
36A	Q-14	89-00164	ECOL	WR-R	XRAL
37A	Q-11	89-00162	ECOL	WR-R	XRAL

Annexe E (suite)

EC[1] n°	Échantillon de terrain[2] Code	Code[3] Analytique	Laboratoire[4] Dioxines/furanes	Granulométrie	Carbone organique
38A	Q-18 (Quevillon)	7	WELL	WR-R	XRAL
39A	Q-16	5	WELL	WR-R	XRAL
40A	Q-10	89-00161	ECOL	WR-R	XRAL
40AA	Q-10	4	WELL	WR-R	XRAL
40AAA	F-10	323-02	SEAK	SOILC	SOILC
41A	Q-17	6	WELL	WR-R	XRAL
42A	Q-12	89-00163	ECOL	WR-R	XRAL
42B	A3115-I	8907378	NWQ	WR-V	NWQ
42C	A3115-II	8907379	NWQ	WR-V	NWQ
42D	A3115-III	8907380	NWQ	WR-V	NWQ
43A	Q-19	8	WELL	WR-R	XRAL
44A	Atlantic-7	89-00167	ECOL	WR-R	XRAL
44B	Atlantic-18	15	WELL	WR-R	XRAL
44C	Atlantic-8	89-00168	ECOL	WR-R	XRAL
44D	Atlantic-16	13	WELL	WR-R	XRAL
45A	Atlantic #2	323-03	SEAK	SOILC	SOILC
45B	Atlantic #1	323-06	SEAK	SOILC	SOILC
45C	Atlantic 17	14	WELL	WR-R	XRAL
46A	Atlantic-9	89-00169	ECOL	WR-R	XRAL
46B	Atlantic-10	89-00170	ECOL	WR-R	XRAL
47A	Atlantic #4	323-07	SEAK	SOILC	SOILC
47B	Atlantic #3	323-05	SEAK	SOILC	SOILC
48A	Atlantic-5	9	WELL	WR-R	XRAL
48B	Atlantic-6	89-00166	ECOL	WR-R	XRAL
49A	Atlantic-15	12	WELL	WR-R	XRAL
49B	Atlantic-14	11	WELL	WR-R	XRAL
50A	Atlantic-11	89-00171	ECOL	NA	XRAL
50B	Atlantic-12	89-00172	ECOL	WR-R	XRAL
51A	Port Alice-Site #1	323-17	SEAK	--	--
51B	Port Alice-Site #2	323-18	SEAK	--	--

ANNEXE F

CONCENTRATIONS DE DIOXINES ET DE FURANES DANS LES SÉDIMENTS

ANNEXE F-1 Concentrations de dioxines et de furanes dans les sédiments de fond recueillis près des usines de pâtes et papier.

ANNEXE F-2 Analyse d'isomères individuels de CDD et de CDF -concentrations en pg/g (poids sec)

ANNEXE F-1

CONCENTRATIONS DE DIOXINES ET DE FURANES DANS LES SÉDIMENTS DE FOND RECUEILLIS PRÈS D'USINES DE PÂTES ET PAPIER

ANNEXE F.1 CONCENTRATIONS DE DIOXINES ET DE FURANES DANS LES SÉDIMENTS DE FOND RECUEILLIS PRÈS D'USINES DE PÂTES ET PAPIER

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier[1]	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec)						CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec)					
		2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
1. Fletcher Challenge (Elk Falls Pulp Division) Détroit de Géorgie Côte	A	L3[2]	71	22	330	400	2600	22	31	63	300	570	230
	B	L1	L1	L1	9	6	38	L1	L1	L1	4	14	8
	C	L1	L1	L1	20	7	30	3	3	L1	L1	L2	L4
2. Fletcher Challenge (Crofton Division) Détroit de Géorgie Côte	A	L3	L3	23	272	43	45	29	39	L3	L6	L6	L10
	(AA)[3]	(L3)	(L3)	(L5)	(396)	(62)	(60)	(82)	(99)	(L3)	(L3)	(L5)	(L15)
	B	15	126	519	9946	2133	4059	726	1136	66	293	537	394
	C	11	46	283	3250	853	1192	478	682	39	54	63	33
3. Canadian Pacific Forest Prod. (Gold River) Muchalat Inlet Côte	A	L3	L3	28	620	230	910	360	590	96	360	540	190
	B	2	7	28	400	78	220	430	740	56	35	29	20
4. Weyerhaeuser Canada (Kamloops) Rivière Thompson En amont	A	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
Weyerhaeuser Canada (Kamloops) Rivière Thompson En aval	D	L15	L15	L20	L30	L50	L75	3168	4521	L15	L25	L40	L75
	E	L15	L15	L20	L30	L50	L75	2445	3459	L15	L25	L40	L75
	F	L15	L15	L20	L30	L50	L75	69	97	L15	L25	L40	L75

(1) Les descriptions de chaque site particulier sont données à l'annexe A-2.
(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(3) Échantillons en double (après subdivision en laboratoire) : résultats entre parenthèses

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
5. Eurocan Pulp and Paper (Kitimat) Rivière Kitimat En amont	A	L4[2]	L4	L2	L47	L18	L22	L4	L4	L2	L47	L18	L22
	B	L4	L4	L11	L16	L15	L35	L4	L4	L11	L16	L15	L35
	C	L2	L2	L6	L11	L9	L10	L2	L2	L6	L11	L9	L10
Eurocan P&P Rivière Kitimat En amont	D	L2	L2	L3	L42	L26	L23	L2	L2	L3	L42	L26	L23
	E	L2	L2	L2	L60	L21	L20	L2	L2	L2	L60	L21	L20
	F	L1	L1	L42	578	L15	L17	L1	L2	L42	L68	L15	L17
Eurocan P&P Kitimat, bras Côte	G[4]	L7	L7	L36	125	L72	105	L7	L7	L36	L62	L72	L78
	H[4]	L28	L28	L470	982	475	932	L28	L28	L470	L103	L79	L186
	I[4]	L6	L6	L37	L92	L50	L60	L6	L6	L37	L92	L50	L60
6. Fletcher Challenge (MacKenzie Pulp Division) Lac Tudyah En amont	A	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
Fletcher Challenge (MacKenzie Pulp Division) Lac Williston En aval	D	L15	L15	L20	L30	L50	572	2077	3227	51	34	L40	L75
	E	L15	L15	L20	L30	L50	100	982	1570	L15	L25	L40	L75
	F	L15	L15	L20	L30	L50	L75	1081	1725	L15	L25	L40	L75
7. MacMillan Bloedel (Harmac Pulp Division) Détroit de Géorgie Côte	A	L3	21	67	760	2049	1987	25	119	161	1784	2324	680
	(AA)[5]	(L3)	(L3)	(42)	(1263)	(1426)	(1197)	(609)	(744)	(L30)	(1080)	(3493)	(798)
	B	4	236	510	3229	1360	1684	288	696	131	520	779	271
	C	L3	99	132	1184	296	251	165	246	12	20	47	15

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(4) Limites de détection élevées en raison d'interférences chimiques
(5) Échantillons en double (après subdivision en laboratoire) : résultats entre parenthèses

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage		Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec)						CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec)					
			2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
8.	MacMillan Bloedel (Alberni Division) Alberni Inlet Côte	A	8	782	1110	10213	3431	8022	326	817	95	305	463	378
9.	Canfor Port Mellon Pulp Howe Sound Côte	A	17	51	192	5161	720	485	875	1401	14	68	163	33
		B	13	20	69	1756	152	80	897	1345	12	23	10	L10
10.	MacMillan Bloedel (Powell River Division) Détroit de Géorgie Côte	A	5	231	364	6230	2327	2958	983	1433	39	364	731	238
11.	Northwood Pulp & Timber (Prince George) Fleuve Fraser En aval	A	L3(2)	L3	L5	L6	L10	16	5	5	L3	L6	L6	L10
		B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	274	406	L15	L25	L40	L75
		C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	70	101	L15	L25	L40	L75
		D	L15	L15	L20	L30	L50	L75	45	68	L15	L25	L40	L75
12/13.	Canfor Pulp and Inter-Continental Pulp (Prince George) Fleuve Fraser En amont	A	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
		B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
		C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	Canfor Pulp and Inter-Continental Pulp (Prince George) Fleuve Fraser En aval	D	L3	L3	L5	L6	L10	16	5	5	L3	L6	L6	L10
		E	L15	L15	L20	L30	L50	L75	51	78	L15	L25	L40	L75
		F	L15	L15	L20	L30	L50	L75	64	64	L15	L25	L40	L75
		G	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
14.	Skeena Cellulose (Prince Rupert) Détroit d'Hecate Côte	A	L4	L4	L5	790	130	280	340	490	L3	13	19	29
		B	25	25	92	2800	410	930	860	1400	L2	70	45	21

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection.

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec)						CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec)					
		2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
15. Cariboo Pulp & Paper (Quesnel) Fleuve Fraser En aval	A	L3[2]	L3	L5	L7	L12	L12	14	19	L5	L7	L7	L10
	B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	195	281	L15	L25	L40	L75
	C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	159	232	L15	L25	L40	L75
	D	L15	L15	L20	L30	L50	L75	120	176	L15	L25	L40	L75
16. Crestbrook Forest Ind. (Pulp Division) Rivière Kootenay En amont	A	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
Crestbrook Forest Ind (Pulp Division) Rivière Kootenay En aval	C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	2217	3655	L15	L25	L40	L75
	D	L15	L15	L20	L30	L50	L75	78	116	L15	L25	L40	L75
	E	L15	L15	L20	L30	L50	L75	27	27	L15	L25	L40	L75
	F	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
17. Western Pulp Partnership (Woodfiber) Howe Sound Côte	A	27	109	478	16432	1526	721	2005	2257	113	101	102	L30
	B	9	33	146	4538	500	229	3179	4867	28	14	28	L10
	C	L3	L3	L5	1148	122	100	148	219	L5	L7	29	L10
18. Finlay Forest Industries (MacKenzie) Lac Williston En aval	A	L15	L15	28	L30	L50	94	L10	19	L15	L25	L40	L75
	B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	C	L15	L15	L20	L30	L50	206	286	672	L15	L25	L40	L75

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
19. Quesnel River Pulp Fleuve Fraser En amont	A	L15[2]	L15	L20	L30	L50	L75	134	192	L15	L25	L40	L75
	B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	37	55	L15	L25	L40	L75
Quesnel River Pulp Fleuve Fraser En aval	D	L15	L15	L20	L30	L50	L75	238	359	L15	L25	L40	L75
	E	L15	L15	L20	L30	L50	L75	37	54	L15	L25	L40	L75
	F	L15	L15	L20	L30	L50	L75	213	315	L15	L25	L40	L75
20. Celgar Pulp (Power Cosolidated) Lac Arrow En amont	A	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	B	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
	C	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
Celgar Pulp (Power Consolidaed) Rivière Columbia En aval	D	L15	L15	L20	L30	L50	L75	642	642	L15	L25	L40	L75
	E	L15	L15	L20	L30	L50	L75	298	330	L15	L25	L40	L75
	F	L15	L15	L20	L30	L50	L75	100	125	L15	L25	L40	L75
21. Proctor & Gamble Pulp (Grande Prairie) Rivière Wapiti En amont	A	L2	L2	L2	L2	L5	L16	L2	L2	L2	L2	L2	L16
	(AA)[6]	(L1)	(L1)	(L2)	(L4)	(L5)	(L20)	(NA)[7]	(1)	(L1)	(L1)	(L2)	(L4)
Proctor & Gamble Pulp Rivière Wapiti En aval	B	L6	5	L2	6	L5	L20	36	54	L2	L1	L2	L6
	(BB)[8]	(L5)	(5)	(L2)	(L5)	(L8)	(L9)	(32)	(L50)	(L3)	(L1)	(L1)	(L2)

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(6) Échantillons en double (après subdivision sur le terrain) : résultats entre parenthèses
(7) NA absence de résultats
(8) Échantillons en double (après subdivision en laboratoire) : résultats entre parenthèses

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
22. Welwood of Canada (Hinton) Rivière Athabasca En amont	A	L1	L1	L1	L1	22	7	L1	L1	L1	L1	L1	L3
	(AA)[9]	(L1)	(L1)	(L1)	(L1)	(59)	(180)	(L1)	(L1)	(L1)	(L1)	(L1)	(L5)
Welwood Of Canada (Hinton) Rivière Athabasca En aval	B	L2[2]	L2	L2	L4	15	130	7	7	L2	2	5	7
	(BB)[9]	(L2)	(L2)	(L3)	(L5)	(9)	(75)	(2)	(2)	(L2)	(L2)	(L3)	(L4)
Welwood of Canada Lac Athabasca En aval	C	L5	L5	L6	L32	L49	L118	L5	L5	L6	L32	L49	L118
23. Weyerhaeuser Canada (Prince Albert) Rivière Saskatchewan-Nord En aval	A	L2	L2	L2	L2	20	180	L2	L2	L2	L2	L3	L4
24. Manfor (REPAP) (The Pas) Rivière Saskatchewan En amont	A	L15	L15	37	32	L50	265	L10	L10	L15	L25	L40	L75
Manfor Rivière Saskatchewan En aval	B[10]	L15	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L10	L15	L25	L40	L75
25. Domtar Inc. (Cornwall) Fleuve Saint-Laurent En amont	A[11]	L20	L20	L61	L62	L140	168	L20	L20	L61	L62	L140	L101
Domtar Inc. (Cornwall)	B	L13	L13	L5	L52	120	827	L13	L13	120	800	401	920
Fleuve Saint-Laurent En aval	C	L12	L12	L120	L97	813	3468	L12	L12	114[12]	276	584	621

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(9) Échantillons en double (après subdivision en laboratoire) : résultats entre parenthèses
(10) Taux de récupération très faibles; problème probablement lié à la nature du milieu
(11) Limites de détection élevées en raison d'interférences chimiques
(12) Valeur inférieure aux normes de dosage; un pic a été décelé à 114 pg/g

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
26. Canadian Pacific Forest Products (Dryden) Lac Wabigoon En amont	A	L20[2]	L4	L8	L4	24	83	L10	12	L5	L3	5	11
Canadian Pacific Forest (Dryden) Rivière Wabigoon En aval	B[13]	L30	L20	L20	L10	110	380	280	340	L20	12	21	L40
	C[13]	66*	53	L60	11	120	320	1200	1400	44	L30	32	52
	D[13]	L10	L4	L50	9	96	160	72	100	11	36	21	24
	E[13]	L30	L30	L10	L5	77	100	120	190	L20	240	240	580
27. E.B. Eddy Forest Prod. (Espanola Mill Division) Espanola Rivière Spanish En amont	A	L2	L2	L2	L46	L21	40	L2	L2	L2	L46	L21	L32
E.B. Eddy Forest Prod. Rivière Spanish En aval	B	L9	L9	L5	L41	L14	133	58	156	L5	L41	L14	L22
	C	L2	L2	L2	L38	L18	189	31	41	L2	L38	L18	L31
28. Boise Cascade Canada (Fort Frances) Lac Rainy En amont	A	L3	NA[14]	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	B	L1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Boise Cascade Canada (Fort Frances) Rivière Rainy Lake of the Woods En aval	C	L4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	D	L9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	E	8	NA	NA	NA	NA	780	NA	NA	NA	NA	NA	130
	F	L1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(13) Limites de détection élevées en raison d'interférences chimiques
(14) Absence de résultats - travaux analytiques effectués par les laboratoires de l'USEPA
* Les écarts entre le total de T_4CDD et 2,3,7,8-T_4CDD sont dus à des variations analytiques intralaboratoires

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec)						CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec)					
		2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
29. James River Marathon Lac Supérieur En aval	A	L1[2]	L1	L1	L2	L4	L9	6	9	L1	L1	L2	L9
	B	L1	L1	L1	L4	L4	L4	L1	L1	L1	L2	L2	L4
	C	L2	L2	L2	L3	L10	28	3	3	L2	L1	L2	L5
	D	L1	L1	L2	L3	L4	L4	3	3	L2	L1	L2	L4
	E	L1	L1	L4	22	30	150	230	570	210	180	43	47
	F	L1	L1	L1	49	890	1700	16	26	1	3	25	30
30. Domtar (Container Board Division) Red Rock Lac Supérieur En aval (1986)	A	L4	13	L5	550	10000	70000	12	36	L5	190	1100	1600
	B	L6	L6	L10	130	9700	77000	L6	29	L10	L10	310	930
	C	L5	L5	L7	760	8400	61000	20	58	L7	190	1000	1400
Domtar Red Rock Lac Supérieur En amont (1989)	D	L12	L12	L38	L36	L38	138	L12	L12	L38	L36	L38	L17
Domtar Red Rock Lac Supérieur En aval (1989)	E	L10	L10	L20	L25	L20	18	L10	L10	L20	L25	L20	L14
	F	L18	L18	L23	L40	962	3995	L18	L18	L23	L40	207	468
31. Fraser Inc. Thorold Canal Oldwelland En aval	A[15]	L24	L24	L85	L84	L16	323	L24	L24	L85	L84	L16	L6
32. Kimberly Clark (Terrace Bay Division) Lac Supérieur En aval	A	L7	2	L1	L1	4	14	15	23	L1	L1	L1	L3
	B	61*	35	L40	L20	230	660	430	740	L30	18	78	160
	C	67*	38	L40	48	270	710	730	880	52	19	80	150

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(15) Limites de détection élevées en raison d'interférences chimiques
* Les écarts entre le total de T_4CDD et 2,3,7,8-T_4CDD sont dus à des variations analytiques intralaboratoires

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
33. C.P. Forest Products (Thunder Bay Division) Thunder Bay Rivière Kaministiuga En amont	A	L7(2)	L7	L30	L31	L51	L61	L7	L7	L30	L31	L51	L61
C.P. Forest Products Rivière Kaministiuga	B	L7	L7	L4	L30	L40	L20	L7	L7	L4	L30	L40	L20
En aval	C	L4	14	L17	L52	L68	79	L4	L4	L17	L52	L68	L11
34. Malette Kraft Pulp & Paper Smooth Rock Falls Rivière Mattagami En amont	A	L11	L11	L8	L41	L80	33	L11	L11	L8	L41	L80	L15
Malette Kraft Pulp & Paper Rivière Mattagami	B	L3	L3	L12	L30	L12	L20	L3	L3	L12	L30	L12	L20
En aval	C	L11	L11	L23	L42	L16	L12	L11	L11	L23	L42	L16	L12
35. Tembec Inc. Rivière des Outaouais En aval	A	L1	L1	L1	14	100	270	3	3	L1	L2	16	16
36. Cascades Inc. (Jonquière) Rivière Saguenay En aval	A	L1	L1	L1	L1	25	7	L1	L1	L1	L1	7	L4
37. Les Produits Forestiers Canadien Pacifique Ltée (La Tuque) Rivière Saint-Maurice En aval	A	5	5	L2	52	160	590	46	77	L2	3	21	50
38. Produits Des Pâtes et Papiers Domtar (Lebel-sur-Quévillon) Riv. Quévillon En aval	A	43*	31	L4	28	39	76	57	95	84	42	23	22

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection

* Les écarts entre le total de T_4CDD et 2,3,7,8-T_4CDD sont dus à des variations analytiques intralaboratoires

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec)						CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec)					
		2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
39. Stone Consolidated Inc. (Division Pontiac) Portage-du-Fort Rivière des Outaouais En aval	A	L8[2]	L6	L7	51	98	210	8	30	5	L5	27	30
40. Donohue St-Félicien Inc. (St-Félicien) Rivière Mistassini En aval	A	L2	2	L2	19	68	72	5	8	L2	5	37	20
	(AA)[16]	(L10)	(2)	(L3)	(L2)	(L9)	(L40)	(7)	(6)	(L1)	(11)	(25)	(L20)
	(AAA)[16]	(L3)	(L3)	(L9)	(8)	(26)	(410)	(13)	(13)	(L9)	(L5)	(57)	(46)
41. Industries James MacLaren Inc. (Thurso) Rivière des Outaouais En aval	A	L9	L1	L4	L20	52	170	5	9	L1	8	14	22
42. Stone Consolidated Inc. (Trois-Rivières) Riv. Saint-Maurice En amont	A	L1	L1	L2	20	80	350	25	36	L2	L2	45	160
Stone Consolidated Inc. Riv. Saint-Maurice En aval	B	L9	L9	L62	L9	L54	L51	L9	L9	L62	L9	L54	L51
	C[17]	L18	L18	L103	L65	L77	103	L18	L18	L103	L65	L77	L78
Stone Consolidated Inc. Fleuve Saint-Laurent En aval	D[17]	L17	L17	L55	L62	L82	L136	L17	L17	L55	L62	L82	L136
43. Domtar (Windsor) Riv. Saint-François En aval	A	L6	L3	L2	18	130	360	14	23	4	17	49	66

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(16) Échantillons en double (après subdivision sur le terrain) : résultats entre parenthèses
(17) Limites de détection élevées en raison d'interférences chimiques

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec)						CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec)					
		2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
44. St. Anne-Nackawic (Nackawic) Rivière Saint-Jean En amont	A	L2(2)	L2	L2	40	80	320	L2	L2	L2	L2	9	L9
	B	L5	L1	L1	14	59	170	L6	3	2	L2	12	21
St. Anne-Nackawic Rivière Saint-Jean En aval	C	L2	L2	18	110	1100	2600	18	27	L2	27	160	210
	D	L20	L3	L3	62	610	1900	10	15	10	77	270	260
45. Miramichi Pulp & Paper (Newcastle) Riv. Miramichi(18) En amont	A	L5	L5	L7	L7	250	960	91	150	L6	22	78	61
Miramichi Pulp & Paper Riv. Miramichi(18) En aval	B	L3	L3	10	6	71	490	34	47	4	10	43	68
	C	L10	4	L1	8	58	140	20	34	L3	4	14	18
46. Irving Pulp & Paper (St. John) Riv. Saint-Jean(18) En amont	A	L1	L1	L1	7	33	120	L1	L1	L1	L1	10	23
Irving Pulp & Paper Riv. Saint-Jean(18) En aval	B	L1	3	L1	9	54	89	L1	11	L1	L1	11	11
47. Atholville Pulp Riv. Restigouche(18) En amont	A	L3	L3	L3	L6	9	47	L2	L2	L2	L2	L3	L4
Atholville Pulp Riv. Restigouche(18) En aval	B	L6	L6	L7	L8	27	150	L4	L4	L5	L6	16	L12

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection
(18) Section estuarienne/maréale

Annexe F.1 (suite)

Usine et lieu d'échantillonnage	Site particulier	CONCENTRATION DE DIOXINES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDD	Total T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	CONCENTRATION DE FURANES (pg/g de poids sec) 2,3,7,8, T4CDF	Total T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
48. Fraser Inc. (Edmundston) Riv. Saint-Jean En amont	A	L1[2]	L1	L2	L3	20	40	L1	L1	L1	L1	L2	L20
Fraser Inc. Riv. Saint-Jean En aval	B	L1	L1	L2	19	170	540	5	13	L2	L2	L2	27
49. Scott Maritimes (New Glasgow)	A	L9	L1	L2	L2	L4	12	6	4	L1	L1	L1	L10
Détroit de Northumberland Côte	B	L1	L1	L1	L1	L2	L20	1	1	L1	L1	L1	L5
50. Stora Forest Products (Port Hawkesbury)	A	L2	L2	L2	200	2200	3700	L2	L2	L2	71	150	230
Détroit de Canso Côte	B	L4	L4	L9	L20	L20	L30	210	360	L9	L10	L10	L30
51. Western Pulp Partnership Port Alice, Colombie-Britannique	A	L4	100	36	330	280	1000	64	120	100	180	450	180
Côte	B	L4	31	9	120	120	560	13	13	44	140	590	120

(2) L inférieure à la limite de détection; le nombre qui suit "L" représente la limite de détection

ANNEXE F-2

ANALYSE D'ISOMÈRES INDIVIDUELS DE PCDD ET DE PCDF - CONCENTRATIONS EN pg/g (POIDS SEC)

ANNEXE F.2

Analyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF - Concentration en ppt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage 1 A	1 B	1 C	3 A	3 B	14 A	14 B
Dioxines							
T4CDD-total	71	L1	L1	L3	7	L4	25
2378	L3	L1	L1	L3	2	L4	25
P5CDD-total	22	L1	L1	28	28	L5	92
12378	L3	L1	L1	L3	L2	L5	20
H6CDD-total	330	9	20	620	400	790	2800
123478	L3	L2	L1	L4	L2	L5	L3
123678	57	L2	L1	110	64	120	420
123789	17	L2	L1	48	34	48	180
H7CDD-total	400	6	7	230	78	130	410
1234678	210	6	7	130	38	81	180
O8CDD-total	2600	38	30	910	220	280	930
Furanes							
T4CDF-total	31	L1	3	590	740	490	1400
2378	22	L1	3	360	430	340	860
P5CDF-total	63	L1	L1	96	56	L3	L2
12378	L2	L1	L1	7	19	L3	L2
23478	L2	L1	L1	17	25	L3	L2
H6CDF-total	300	4	L1	360	35	13	70
123478	L3	L2	L1	7	L2	L4	L3
123678	L3	L2	L1	L3	L2	L4	L3
123789	L3	L2	L1	48	28	L4	56
234678	L3	L2	L1	L7	L2	13	14
H7CDF-total	570	14	L2	540	29	19	45
1234678	200	4	L2	220	14	L5	8
1234789	L4	L3	L2	L4	5	19	10
O8CDF-total	230	8	L4	190	20	29	21

Analyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF - Concentrations en ppt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage 21 A	21 AA	21 B	21 BB	22 A	22 AA	22 B	22 BB	23 A
Dioxines									
T4CDD-total	L2	L1	5	5	L1	L1	L2	L2	L2
2378	L2	L1	L6	L5	L1	L1	L2	L2	L2
P5CDD-total	L2	L2	L2	L2	L1	L1	L2	L3	L2
12378	L2	NA	L9	L9	L1	L1	L2	L3	L2
H6CDD-total	L2	L4	6	L5	L1	L1	L4	L5	L2
123478	L2	NA	L20	L20	L1	L1	L4	L5	L2
123678	NA	NA	L20	L20	NA	NA	L4	L5	L2
123789	NA	NA	L20	L20	NA	NA	L4	L5	L2
H7CDD-total	L5	L5	L5	L8	22	59	15	9	20
1234678	L5	NA	NA	NA	11	22	8	[illegible]	13
O8CDD-total	L16	L20	L20	L9	7	180	130	75	180
Furanes									
T4CDF-total	L2	1	54	50	L1	L1	7	2	L2
2378	L2	NA	36	32	L1	L1	7	2	L2
P5CDF-total	L2	L1	L2	L3	L1	L1	L2	L2	L2
12378	L2	NA	L2	L3	L1	L1	L2	L2	L2
23478	L2	NA	L6	L10	L1	L1	L2	L2	L2
H6CDF-total	L2	L1	L1	L1	L1	L1	2	L2	L2
123478	NA	NA	L7	L6	NA	NA	2	L2	L2
123678	NA	NA	L8	L7	NA	NA	L2	L2	L2
123789	NA	NA	L30	L30	NA	NA	L2	L2	L2
234678	L2	NA	L8	L9	NA	NA	L2	L2	L2
					L1	L1	L2	L2	
H7CDF-total	L2	L2	L2	L1	L1	L1	5	L3	L3
1234678	L2	NA	NA	NA	L1	L1	5	L3	L3
1234789	NA	NA	NA	NA	NA	NA	L2	L3	L3
O8CDF-total	L16	L4	L6	L2	L3	L5	7	L4	L4

Anlyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF -
Concentrations en ppt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage 26				
	A	B	C	D	E
Dioxines					
T4CDD-total	L4	L20	53*	L4	L30
2378	L20	L30	66	L10	L30
P5CDD-total	L8	L20	L60	L50	L10
12378	L20	L30	L20	L30	L20
H6CDD-total	L4	9	11	9	L5
123478	L60	L40	L30	L40	L30
123678	L80	L50	L30	L50	L40
123789	L90	L50	L30	L60	L40
H7CDD-total	24	110	120	96	77
1234678	NA	NA	NA	NA	NA
O8CDD-total	83	380	320	160	100
Furanes					
T4CDF-total	12	340	1400	100	190
2378	L10	280	1200	72	120
P5CDF-total	L5	L20	44	11	L20
12378	L20	L10	L10	L7	L10
23478	L30	L20	L30	L20	L9
H6CDF-total	L3	12	L30	36	240
123478	L30	L30	L20	L30	L30
123678	L30	L30	L10	L30	L30
123789	L200	L90	L100	L100	L90
234678	L40	L30	L30	L30	L30
H7CDF-total	5	21	32	21	240
1234678	NA	NA	NA	NA	NA
1234789	NA	NA	NA	NA	NA
O8CDF-total	11	L40	52	24	580

(1) La valeur pour 2,3,7,8-T_4CDD est plus élevée que le total pour T_4CDD : l'écart est dû à des variations intralaboratoires

Analyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF -
Concentrations en pt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage								
	29						30		
	A	B	C	D	E	F	A	B	C
Dioxines									
T4CDD-total	L1	L1	L2	L1	L1	L1	13	L6	L5
2378	L1	L1	L2	L1	L1	L1	L4	L6	L5
P5CDD-total	L1	L1	L2	L2	L4	L1	L5	L10	L7
12378	L1	L1	L2	L2	L4	L1	L5	L10	L7
H6CDD-total	L2	L4	L3	L3	22	49	550	130	760
123478	L2	L4	L3	L3	L7	7	140	41	140
123678	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
123789	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
H7CDD-total	L4	L4	10	L4	30	890	10000	9700	8400
1234678	L4	L4	10	L4	17	720	5700	7300	5200
O8CDD-total	L9	L4	28	L4	150	1700	70000	77000	61000
Furanes									
T4CDF-total	9	L1	3	3	570	26	36	29	58
2378	6	L1	L3	3	230	16	12	L6	20
P5CDF-total	L1	L1	L2	L2	210	1	L5	L10	L7
12378	L1	L1	L2	L2	90	L1	L5	L10	L7
23478	L1	L1	L2	L2	120	L1	L5	L10	L7
H6CDF-total	L1	L2	L1	L1	180	3	190	L10	190
123478	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
123678	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
123789	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
234678	L1	L2	L1	L1	90	L1	140	L10	150
H7CDF-total	L2	L2	L2	L2	43	25	1100	310	1000
1234678	L2	L2	L2	L2	27	9	250	L10	230
1234789	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
O8CDF-total	L9	L4	L5	L4	47	30	1600	930	1400

Analyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF -
Concentrations en ppt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage						
	32						
	A	B	C	35A	36A	37A	38A
Dioxines							
T4CDD-total	2	35(1)	38(1)	L1	L1	5	31(1)
2378	L7	61	67	L1	L1	5	43
P5CDD-total	L1	L40	L40	L1	L1	L2	L4
12378	L9	L40	L50	L1	L1	L2	L20
H6CDD-total	L1	L20	48	14	L1	52	28
123478	L20	L80	L100	L2	L1	12	L40
123678	L20	L100	L100	NA	NA	NA	L40
123789	L20	L100	L100	NA	NA	NA	L40
H7CDD-total	4	230	270	100	25	160	39
1234678	NA	NA	NA	58	17	NA	NA
O8CDD-total	14	660	710	270	7	590	76
Furanes							
T4CDF-total	23	740	880	3	L1	77	95
2378	15	430	730	3	L1	46	57
P5CDF-total	L1	L30	52	L1	L1	L2	84
12378	L4	L20	L30	L1	L1	L2	27
23478	L7	L50	L30	L1	L1	L2	L40
H6CDF-total	L1	18	19	L2	L1	3	42
123478	L7	L30	L30	NA	NA	NA	L20
123678	L9	L30	L30	NA	NA	NA	L20
123789	L40	L80	L200	NA	NA	NA	L80
234678	L10	L20	L60	L2	L1	L2	L30
H7CDF-total	L1	78	80	16	7	21	23
1234678	NA	NA	NA	11	2	7	NA
1234789	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
O8CDF-total	L3	160	150	16	L4	50	22

(1) La valeur pour 2,3,7,8-T_4CDD est plus élevée que le total pour T_4CDD : l'écart est dû à des variations intralaboratoires

Analyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF -
Concentrations en ppt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage										
	39A	40			41A	42A	43A	44			
		A	AA1	AA2				A	AA	B	BB
Dioxines											
T4CDD-total	L6	L2	2	L3	L1	L1	L3	L2	L1	L2	L3
2378	L8	L10	L2	L3	L9	L1	L6	L2	L5	L2	L20
P5CDD-total	L7	2	L2	L9	L4	L2	L2	L2	L1	18	L3
12378	L20	L8	L2	L9	L10	L2	L6	L2	L10	L2	L30
H6CDD-total	51	L3	19	8	L20	20	18	40	14	110	62
123478	L60	L10	L2	L2	L40	L2	L10	6	L30	25	L50
123678	L70	L20	NA	4	L40	NA	L20	NA	L40	NA	L60
123789	L60	L20	NA	L12	L40	NA	L10	NA	L40	NA	L50
H7CDD-total	98	L9	68	26	52	80	130	80	59	1100	610
1234678	NA	NA	49	15	NA	55	NA	61	NA	890	NA
O8CDD-total	210	L40	72	410	170	350	360	320	170	2600	1900
Furanes											
T4CDF-total	30	6	8	13	9	36	23	L2	3	27	15
2378	8	7	5	13	5	25	14	L2	L6	18	10
P5CDF-total	5	L1	L2	L9	L1	L2	4	L2	2	L2	L10
12378	L9	L3	L2	L9	L6	L2	L3	L2	L4	L2	L30
23478	L9	L7	L2	L9	L10	L2	L4	L2	L7	L2	L20
H6CDF-total	L5	11	5	L5	8	L2	17	L2	L2	26	77
123478	L20	L7	NA	L5	L20	NA	L5	NA	L6	NA	L20
123678	L20	L8	NA	L5	L20	NA	L6	NA	L7	NA	L20
123789	L60	L30	NA	L5	L60	NA	L20	NA	L60	NA	L100
234678	L20	L9	L2	L5	L20	L2	L6	L2	L20	L2	L30
H7CDF-total	27	25	37	L57	14	45	49	9	12	160	270
1234678	NA	NA	27	30	NA	25	NA	9	NA	40	NA
1234789	NA	NA	NA	L6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
O8CDF-total	30	L20	20	46	22	160	66	L9	21	210	260

Non analysés (absence de résultats pour ces isomères).

Analyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF - Concentrations en ppt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage 45 A	45 B	45 BB	46 A	46 B	47 A	47 B
Dioxines							
T4CDD-total	L5	L3	4	L1	3	L3	L6
2378	L5	L3	L10	L1	L1	L3	L6
P5CDD-total	L7	10	L1	L1	L1	L3	L7
12378	L7	L3	L6	L1	L1	L3	L7
H6CDD-total	L7	6	8	7	9	L6	L8
123478	L7	L3	L20	L1	L1	L6	L8
123678	L7	L3	L20	NA	NA	L6	L8
123789	L7	L3	L20	NA	NA	L6	L8
H7CDD-total	250	71	58	33	54	9	27
1234678	130	35	NA	13	19	9	18
O8CDD-total	960	490	140	20	89	47	150
Furanes							
T4CDF-total	150	47	34	L1	11	L2	L4
2378	91	34	20	L1	L1	L2	L4
P5CDF-total	L6	4	L3	L1	L1	L2	L5
12378	L6	L2	L3	L1	L1	L2	L5
23478	L6	4	L6	L1	L1	L2	L5
H6CDF-total	22	10	4	L1	L1	L2	L6
123478	L5	L2	L8	NA	NA	L2	L6
123678	L5	L2	L10	NA	NA	L2	L6
123789	8	L2	L30	NA	NA	L2	L6
234678	6	L2	L9	L1	L1	L2	L6
H7CDF-total	78	43	14	10	11	L3	16
1234678	30	15	NA	6	6	L3	16
1234789	L14	L4	NA	NA	NA	L3	L11
O8CDF-total	61	68	18	23	11	L4	L12

Analyse d'isomères individuels de PCDD et de PCDF -
Concentrations en ppt (pg/g de poids sec)

Isomères individuels et totaux	Lieu d'échantillonnage 48 A	48 B	49 A	49 B	50 A	50 B	51 A	51 B
Dioxines								
T4CDD-total	L1	L1	L1	L1	L2	L4	100	31
2378	L1	L1	L9	NA	L2	L4	L4	L4
P5CDD-total	12	L2	L2	L1	L2	L9	36	19
12378	NA	L2	L7	NA	L2	L9	L5	L5
H6CDD-total	13	19	L2	L1	200	L20	330	120
123478	NA	L2	L30	NA	16	L20	L6	L5
123678	NA	NA	L40	NA	NA	NA	46	11
123789	NA	NA	L30	NA	NA	NA	16	L5
H7CDD-total	20	170	L4	L2	2200	L20	280	120
1234678	NA	110	NA	NA	490	L20	160	65
O8CDD-total	40	540	12	L20	3700	L30	1000	560
Furanes								
T4CDF-total	L1	13	4	1	L2	360	120	13
2378	L1	5	6	NA	L2	210	64	13
P5CDF-total	L1	L2	L1	L1	L2	L9	100	44
12378	NA	L2	L6	NA	L2	L9	L4	L3
23478	NA	L2	L7	NA	L2	L9	7	L3
H6CDF-total	L1	L2	L1	L1	71	L10	180	140
123478	NA	NA	L7	NA	NA	NA	L5	5
123678	NA	NA	L8	NA	NA	NA	L5	L4
123789	NA	NA	L40	NA	NA	NA	11	L4
234678	NA	L2	L10	NA	L2	L10	L5	L4
H7CDF-total	L2	L2	L1	L1	150	L10	450	590
1234678	NA	L2	NA	NA	60	L10	290	390
1234789	NA	NA	NA	NA	NA	NA	L5	L5
O8CDF-total	L20	27	L10	L5	230	L30	180	120

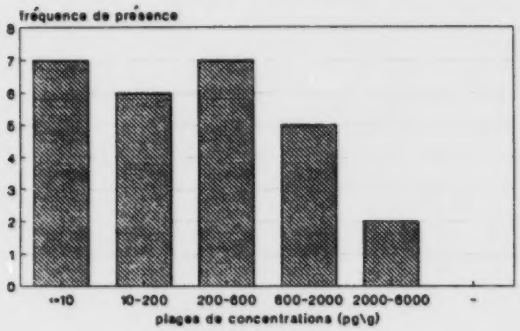
ANNEXE G

DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE POUR LES DIVERSES PLAGES DE CONCENTRATIONS DE DIOXINES ET DE FURANES - COMPARAISON DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIERS ET EN AVAL

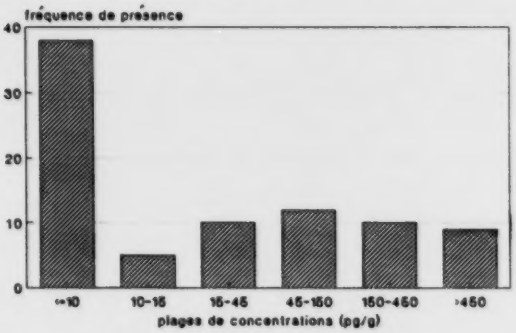
ANNEXE G-1

DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE POUR LES CONCENTRATIONS DE FURANES
- CONGÉNÈRES TÉTRA À PENTACHLORÈS -
COMPARAISON DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIERS ET EN AVAL

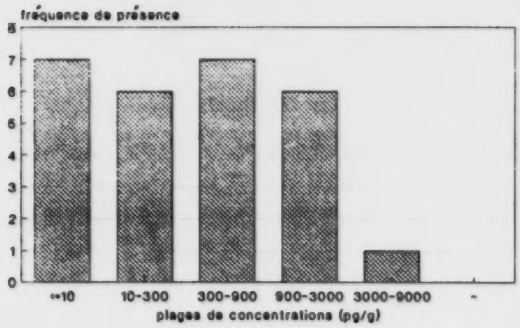
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIER
2,3,7,8-T4CDF



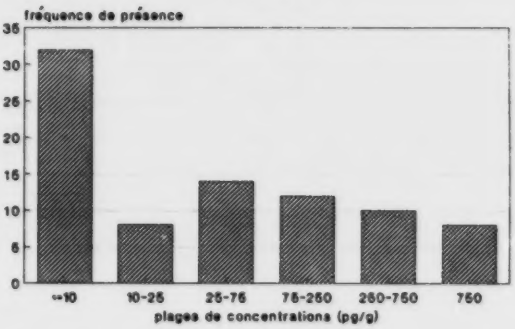
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE EN AVAL
2,3,7,8-T4CDF



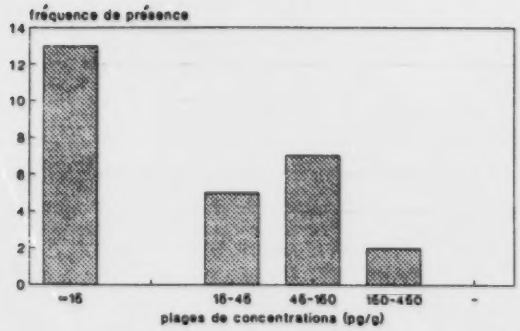
T4CDF



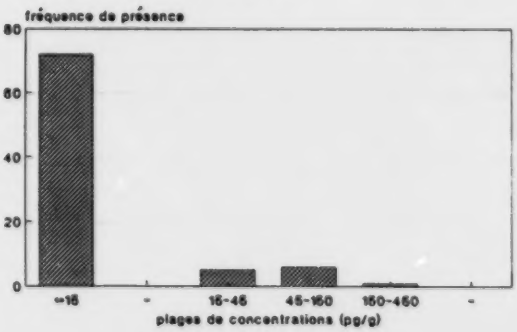
T4CDF



P5CDF



P5CDF

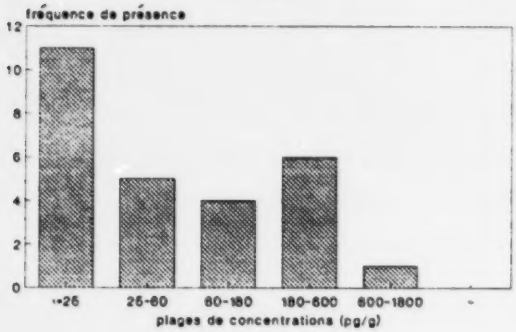


ANNEXE G-2

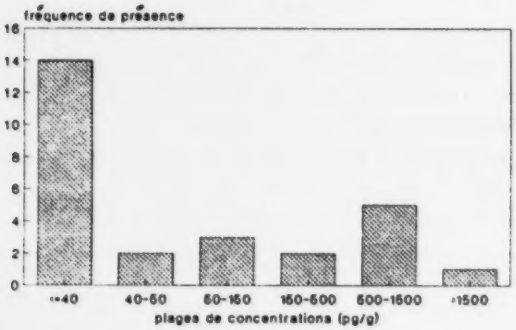
DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE POUR LES CONCENTRATIONS DE FURANES
- CONGÉNÈRES HEXA À OCTACHLORÉS -
COMPARAISON DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIERS ET EN AVAL

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIER

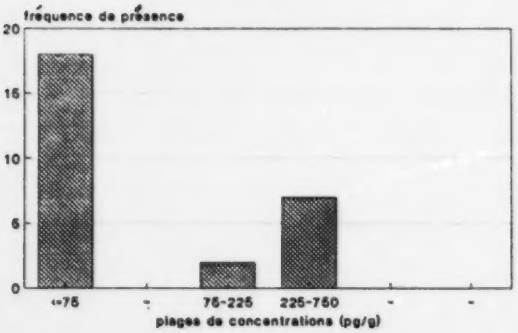
H6CDF



H7CDF

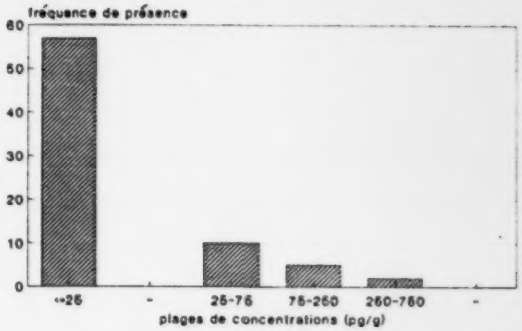


O8CDF

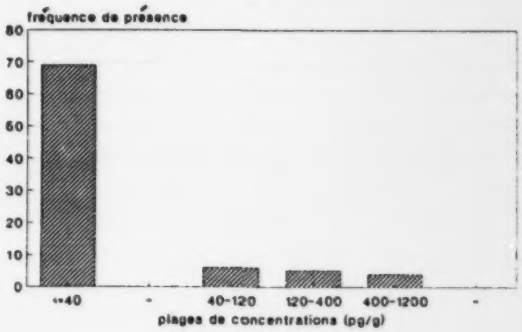


SITES D'ÉCHANTILLONNAGE EN AVAL

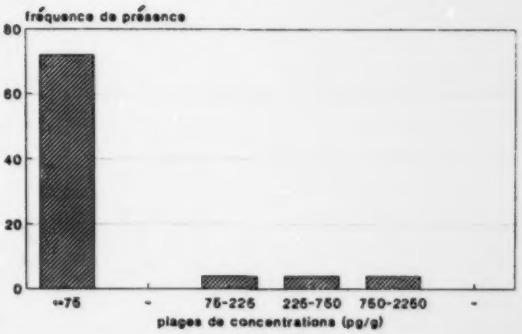
H6CDF



H7CDF



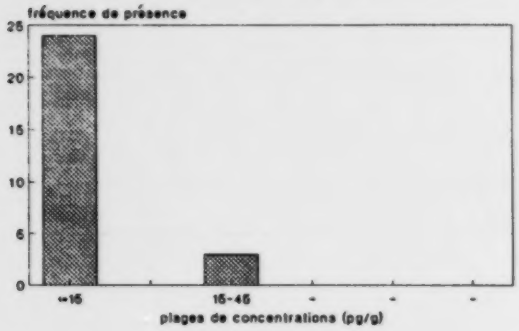
O8CDF



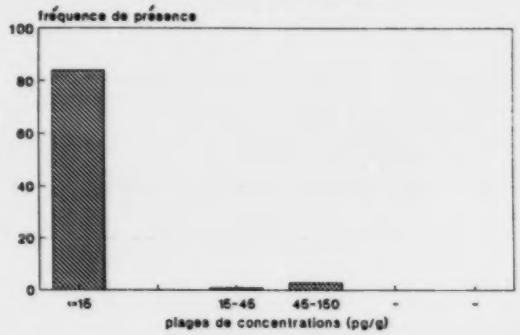
ANNEXE G-3

DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE POUR LES CONCENTRATIONS DE DIOXINES
- CONGÉNÈRES HEXA À OCTACHLORÉS -
COMPARAISON DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIERS ET EN AVAL

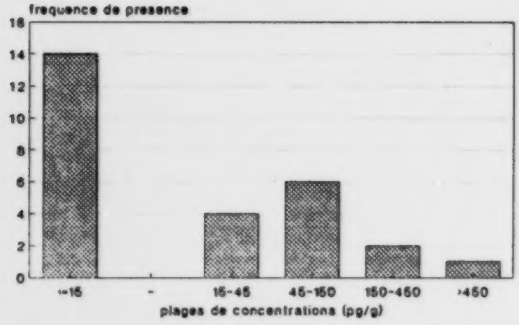
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIER
2,3,7,8-T4CDD



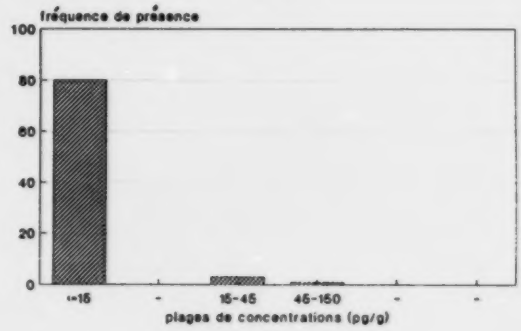
SITES D'ÉCHANTILLONNAGE EN AVAL
2,3,7,8-T4CDD



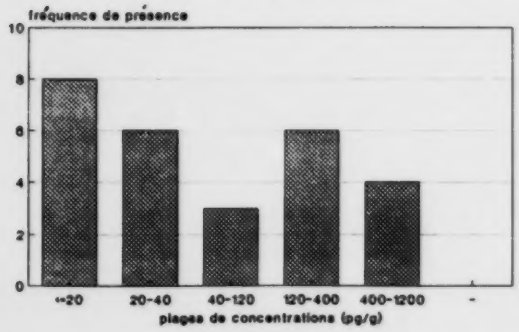
T4CDD



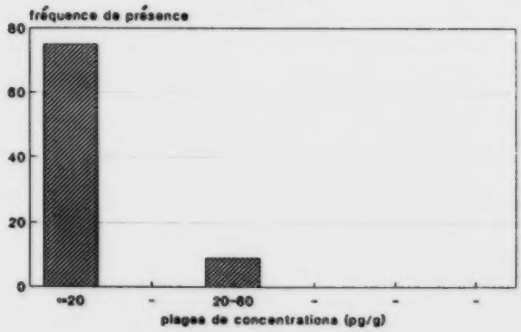
T4CDD



P5CDD



P5CDD

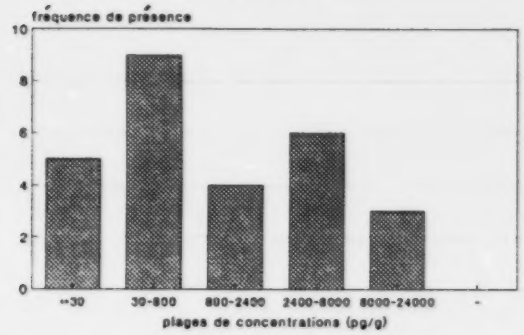


ANNEXE G-4

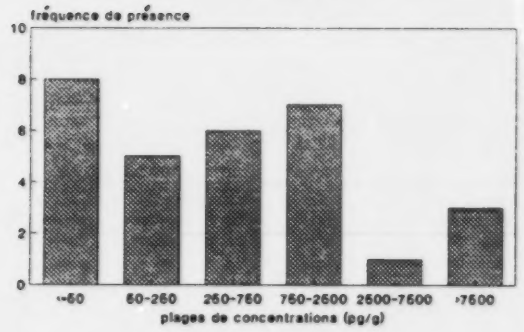
DISTRIBUTION DE FRÉQUENCE POUR LES CONCENTRATIONS DE DIOXINES
- CONGÉNÈRES TÉTRA À PENTACHLORÉS -
COMPARAISON DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIERS ET EN AVAL

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE CÔTIER

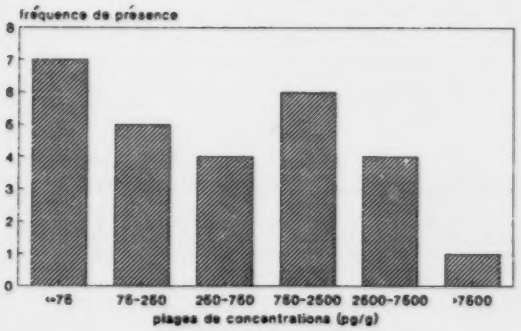
H6CDD



H7CDD

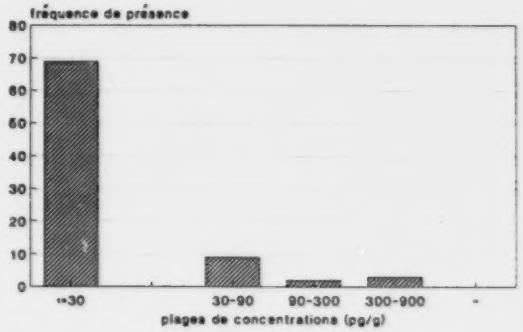


O8CDD

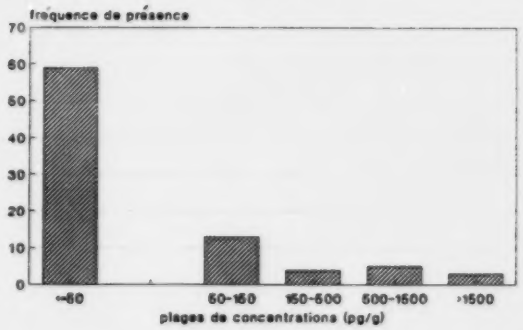


SITES D'ÉCHANTILLONNAGE EN AVAL

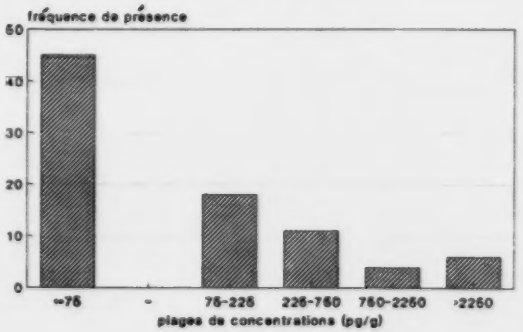
H6CDD



H7CDD



O8CDD



ANNEXE H

ÉQUIVALENTS DE TOXICITÉ DE 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) DANS LES SÉDIMENTS

Annexe H-1 Méthode pour le calcul des ÉQT

Annexe H-2 Contribution relative aux ÉQT de 2,3,7,8-T_4CDD - sites côtiers

Annexe H-3 Contribution relative aux ÉQT de 2,3,7,8-T_4CDD - sites à l'intérieur des terres

ANNEXE H-1

MÉTHODE POUR LE CALCUL DES ÉQT

ANNEXE H - 1

MÉTHODE POUR LE CALCUL DES ÉQT

Comme on l'a mentionné en 4.1.2 (Traitement des ensembles de données censurées), il faut, pour l'évaluation des données, tenir compte du fait que les résultats analytiques ont été communiqués de différentes manières par les laboratoires. Pour s'assurer de la cohérence du calcul des ÉQT, les valeurs inférieures aux limites de détection du LNQE ont été remplacées par une valeur fixe, à peu près égale à la moitié de la limite de détection.

Ainsi, pour les calculs d'ÉQT correspondant à des mesures inférieures à limite de détection, on a assigné les valeurs suivantes :

2,3,7,8-T4CDD	(<=15 pg/g)	7.5 pg/g
P5CDD	(<=20 pg/g)	9.5 pg/g
H6CDD	(<=30 pg/g)	14.5 pg/g
H7CDD	(<=50 pg/g)	24.5 pg/g
O8CDD	(<=75 pg/g)	37.5 pg/g
2,3,7,8-T4CDF	(<=10 pg/g)	4.5 pg/g
P5CDF	(<=15 pg/g)	7.5 pg/g
H6CDF	(<=25 pg/g)	12.5 pg/g
H7CDF	(<=40 pg/g)	19.5 pg/g
O8CDF	(<=75 pg/g)	37.5 pg/g

(les valeurs décimales sont utilisées pour faire la distinction entre les valeurs assignées pour le calcul de l'ÉQT et les mesures à l'annexe F.1)

Les quatre exemples qui suivent ont été choisis pour illustrer la méthode employée pour le calcul des ÉQT apparaissant dans la présente annexe et dans les sommaires à l'échelle provinciale (fig. 6a à 6f).

ANNEXE H. MÉTHODE POUR LE CALCUL DES ÉQT
EXEMPLES : SITES 3A

	DIOXINE (pg/g de poids sec)					FURANE (pg/g de poids sec)				
	2,3,7,8, T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
VALEURS MESURÉES, INDIQUÉES À L'ANNEXE F.1	L3	28	620	230	910	360	96	360	540	190
LIMITE DE DÉTECTION[1] (LNQE)	15	20	30	50	75	10	15	25	40	75
VALEUR ASSIGNÉE OU RETENUE POUR LE CALCUL DES ÉQT[2]	7.5	28	620	230	910	360	96	360	540	190
FACTEUR D'ÉQUIVALENCE DE TOXICITÉ[3] (FÉT)	1	0.5	0.1	0.01	0.001	0.1	0.05	0.1	0.01	0.001
CONTRIBUTION AUX ÉQT[4]	7.5	14	62	2.3	0.91	36	4.8	36	5.4	.19

(1) Voir 4.1.2 pour la justification
(2) Lorsqu'une mesure est inférieure à la limite de détection, les ÉQT sont calculés à l'aide de la valeur assignée (égale à environ la moitié de la limite de détection)
(3) Voir tableau 2
(4) Produit arrondi de la valeur assignée[2] x FÉT[3]

ANNEXE H. MÉTHODE POUR LE CALCUL DES ÉQT
EXEMPLES : SITES 4A

	DIOXINE (pg/g de poids sec)					FURANE (pg/g de poids sec)				
	2,3,7,8, T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
VALEURS MESURÉES, INDIQUÉES À L'ANNEXE F.1	L15	L20	L30	L50	L75	L10	L15	L25	L40	L75
LIMITE DE DÉTECTION[1] (LNQE)	15	20	30	50	75	10	15	25	40	75
VALEUR ASSIGNÉE OU RETENUE POUR LE CALCUL DES ÉQT[2]	7.5	9.5	14.5	24.5	37.5	4.5	7.5	12.5	19.5	37.5
FACTEUR D'ÉQUIVALENCE DE TOXICITÉ[3] (FÉT)	1	0.5	0.1	0.01	0.001	0.1	0.05	0.1	0.01	0.001
CONTRIBUTION AUX ÉQT[4]	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04

(1) Voir 4.1.2 pour la justification
(2) Lorsqu'une mesure est inférieure à la limite de détection, les ÉQT sont calculés à l'aide de la valeur assignée (égale à environ la moitié de la limite de détection)
(3) Voir tableau 2
(4) Produit arrondi de la valeur assignée[2] x FÉT[3]

ANNEXE H. MÉTHODE POUR LE CALCUL DES ÉQT
EXEMPLE : SITE 11A

	DIOXINE (pg/g de poids sec)					FURANE (pg/g de poids sec)				
	2,3,7,8, T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
VALEURS MESURÉES, INDIQUÉES À L'ANNEXE F.1	L3	L5	L6	L10	16	5	L3	L6	L6	L10
LIMITE DE DÉTECTION(1) (LNQE)	15	20	30	50	75	10	15	25	40	75
VALEUR ASSIGNÉE OU RETENUE POUR LE CALCUL DES ÉQT(2)	7.5	9.5	14.5	24.5	37.5	4.5	7.5	12.5	19.5	37.5
FACTEUR D'ÉQUIVALENCE DE TOXICITÉ(3) (FÉT)	1	0.5	0.1	0.01	0.001	0.1	0.05	0.1	0.01	0.001
CONTRIBUTION AUX ÉQT(4)	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04

(1) Voir 4.1.2 pour la justification
(2) Lorsqu'une mesure est inférieure à la limite de détection, les ÉQT sont calculés à l'aide de la valeur assignée (égale à environ la moitié de la limite de détection)
(3) Voir tableau 2
(4) Produit arrondi de la valeur assignée(2) x FÉT(3)

ANNEXE H. MÉTHODE POUR LE CALCUL DES ÉQT
EXEMPLE : SITE 14A

	DIOXINE (pg/g de poids sec)					FURANE (pg/g de poids sec)				
	2,3,7,8, T4CDD	Total P5CDD	Total H6CDD	Total H7CDD	Total O8CDD	2,3,7,8, T4CDF	Total P5CDF	Total H6CDF	Total H7CDF	Total O8CDF
VALEUR MESURÉES, INDIQUÉES À L'ANNEXE F.1	L4	L5	790	130	280	340	L3	13	19	29
LIMITE DE DÉTECTION[1] (LNQE)	15	20	30	50	75	10	15	25	40	75
VALEUR ASSIGNÉE OU RETENUE POUR LE CALCUL DES ÉQT[2]	7.5	10	790	130	280	340	7.5	12.5	19.5	37.5
FACTEUR D'ÉQUIVALENCE DE TOXICITÉ[3] (FÉT)	1	0.5	0.1	0.01	0.001	0.1	0.05	0.1	0.01	0.001
CONTRIBUTION AUX ÉQT[4]	7.5	5	79	1.3	2.8	34	0.4	1.3	0.2	0.04

(1) Voir 4.1.2 pour la justification
(2) Lorsqu'une mesure est inférieure à la limite de détection, les ÉQT sont calculés à l'aide de la valeur assignée (égale à environ la moitié de la limite de détection)
(3) Voir tableau 2
(4) Produit arrondi de la valeur assignée[2] x FÉT[3]

ANNEXE B-2

CONTRIBUTION RELATIVE AUX ÉQT DE 2,3,7,8-T_4CDD - SITES CÔTIERS

ANNEXE H-2

ÉQT DE 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g)

SITES CÔTIERS

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE	Contribution relative (pg/g)										ÉQT, TOTAL (pg/g)
	2378-T_4CDD	P_5CDD	H_6CDD	H_7CDD	O_8CDD	2378-T_4CDF	P_5CDF	H_6CDF	H_7CDF	O_8CDF	
1A	7.5	11.0	33.0	4.0	2.60	2.2	3.2	30.0	5.7	0.23	99.4
1B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
1C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
2A	7.5	11.5	27.2	0.2	0.04	2.9	0.4	1.3	0.2	0.04	51.2
2B	7.5	259.5	994.6	21.3	4.06	72.6	3.3	29.3	5.4	0.39	1398.0
2C	7.5	141.5	325.0	8.5	1.19	47.8	2.0	5.4	0.6	0.04	539.5
3A	7.5	14.0	62.0	2.3	0.91	36.0	4.8	36.0	5.4	0.19	169.1
3B	7.5	14.0	40.0	0.8	0.22	43.0	2.8	3.5	0.2	0.04	112.0
5G	7.5	9.0	12.5	0.4	0.11	0.5	0.9	3.1	0.4	0.04	34.3
5H	14.0	117.5	98.2	4.8	0.93	1.4	11.8	5.2	0.4	0.09	254.2
5I	7.5	9.3	4.6	0.2	0.04	0.5	0.9	4.6	0.3	0.04	27.9
7A	7.5	33.5	76.0	20.5	1.99	2.5	8.1	178.4	23.2	0.68	352.3
7B	7.5	255.0	322.9	13.6	1.68	28.8	6.6	52.0	7.8	0.27	696.1
7C	7.5	66.0	118.4	3.0	0.25	16.5	0.4	1.3	0.5	0.04	213.7
8A	7.5	555.0	1021.3	34.3	8.02	32.6	4.8	30.5	4.6	0.38	1699.0
9A	17.0	96.0	516.1	7.2	0.49	87.5	0.4	6.8	1.6	0.04	733.1
9B	7.5	34.5	175.6	1.5	0.08	89.7	0.4	1.3	0.2	0.04	310.8
10A	7.5	182.0	623.0	23.3	2.96	98.3	2.0	36.4	7.3	0.24	982.9
14A	7.5	4.8	79.0	1.3	0.28	34.0	0.4	1.3	0.2	0.04	128.7
14B	25.0	46.0	280.0	4.1	0.93	86.0	0.4	7.0	0.5	0.04	449.9
17A	27.0	239.0	1643.2	15.3	0.72	200.5	5.7	10.1	1.0	0.04	2142.5
17B	7.5	73.0	453.8	5.0	0.23	317.9	1.4	1.3	0.2	0.04	860.3
17C	7.5	4.8	114.8	1.2	0.10	14.8	0.4	1.3	0.2	0.04	145.0
49A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
49B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
50A	7.5	4.8	20.0	22.0	3.70	0.5	0.4	7.1	1.5	0.23	67.6
50B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	21.0	0.4	1.3	0.2	0.04	36.8
51A	7.5	18.0	33.0	2.8	1.00	6.4	5.0	18.0	4.5	0.18	96.0
51B	7.5	5.0	12.0	1.2	0.50	1.3	2.2	14.0	5.9	0.12	50.0

ANNEXE H-3

CONTRIBUTION RELATIVE AUX ÉQT DE 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) SITES À L'INTÉRIEUR DES TERRES

ANNEXE H-3. ÉQT DE 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) - SITES À L'INTÉRIEUR DES TERRES

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE	Contribution relative (pg/g)										ÉQT, TOTAL (pg/g)
	2378-T_4CDD	P_5CDD	H_6CDD	H_7CDD	O_8CDD	2378-T_4CDF	P_5CDF	H_6CDF	H_7CDF	O_8CDF	
4A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
4B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
4C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
4D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	316.8	0.4	1.3	0.2	0.04	332.6
4E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	224.5	0.4	1.3	0.2	0.04	240.3
4F	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	6.9	0.4	1.3	0.2	0.04	22.7
5A	7.5	4.8	2.4	0.2	0.04	0.5	0.4	2.4	0.2	0.04	18.3
5B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
5C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
5D	7.5	4.8	2.1	0.2	0.04	0.5	0.4	2.1	0.2	0.04	17.8
5E	7.5	4.8	3.0	0.2	0.04	0.5	0.4	3.0	0.2	0.04	19.6
5F	7.5	10.5	47.0	0.2	0.04	0.5	1.1	3.4	0.2	0.04	70.4
6A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
6B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
6C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
6D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.57	207.7	2.6	3.4	0.2	0.04	228.4
6E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.10	98.2	0.4	1.3	0.2	0.04	114.1
6F	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	108.2	0.4	1.3	0.2	0.04	123.9
11A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
11B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	27.4	0.4	1.3	0.2	0.04	43.2
11C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	7.0	0.4	1.3	0.2	0.04	22.8
11D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	4.5	0.4	1.3	0.2	0.04	20.3
12/13A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
12/13B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
12/13C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
12/13D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
12/13E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	5.1	0.4	1.3	0.2	0.04	20.9
12/13F	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	6.4	0.4	1.3	0.2	0.04	22.2
12/13G	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
15A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	1.4	0.4	1.3	0.2	0.04	17.2
15B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	19.5	0.4	1.3	0.2	0.04	35.3
15C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	15.9	0.4	1.3	0.2	0.04	31.7
15D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	12.0	0.4	1.3	0.2	0.04	27.8

ANNEXE H-3. ÉQT DE 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) - SITES À L'INTÉRIEUR DES TERRES

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE	Contribution relative (pg/g)										ÉQT, TOTAL (pg/g)
	2378-T_4CDD	P_5CDD	H_6CDD	H_7CDD	O_8CDD	2378-T_4CDF	P_5CDF	H_6CDF	H_7CDF	O_8CDF	
16A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
16B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
16C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	221.7	0.4	1.3	0.2	0.04	237.5
16D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	7.8	0.4	1.3	0.2	0.04	23.6
16E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	2.7	0.4	1.3	0.2	0.04	18.5
16F	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
18A	7.5	14.0	1.5	0.2	0.09	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	25.6
18B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
18C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.21	28.6	0.4	1.3	0.2	0.04	44.6
19A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	13.4	0.4	1.3	0.2	0.04	29.2
19B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
19C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	3.7	0.4	1.3	0.2	0.04	19.5
19D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	23.8	0.4	1.3	0.2	0.04	39.6
19E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	3.7	0.4	1.3	0.2	0.04	19.5
19F	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	21.3	0.4	1.3	0.2	0.04	37.1
20A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
20B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
20C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
20D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	64.2	0.4	1.3	0.2	0.04	80.0
20E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	29.8	0.4	1.3	0.2	0.04	45.6
20F	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	10.0	0.4	1.3	0.2	0.04	25.8
21A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
21B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	3.6	0.4	1.3	0.2	0.04	19.4
22A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
22B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.13	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.4
22C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
23A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.18	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.4
24A	7.5	18.5	3.2	0.2	0.27	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	32.0
24B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
25A	10.0	15.3	3.1	0.7	0.17	1.0	1.5	3.1	0.7	0.05	35.6
25B	7.5	4.8	2.6	1.2	0.83	0.7	6.0	80.0	4.0	0.92	108.5
25C	7.5	30.0	4.9	8.1	3.47	0.6	5.7	27.6	5.8	0.62	94.3

ANNEXE H-3. ÉQT DE 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) - SITES À L'INTÉRIEUR DES TERRES

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE	Contribution relative (pg/g)										ÉQT, TOTAL (pg/g)
	2378-T_4CDD	P_5CDD	H_6CDD	H_7CDD	O_8CDD	2378-T_4CDF	P_5CDF	H_6CDF	H_7CDF	O_8CDF	
26A	10.0	4.8	1.5	0.2	0.08	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	18.8
26B	15.0	4.8	1.5	1.1	0.38	28.0	0.5	1.3	0.2	0.04	52.7
26C	66.0	15.0	1.5	1.2	0.32	120.0	2.2	1.5	0.2	0.04	207.9
26D	7.5	12.5	1.5	1.0	0.16	7.2	0.4	3.6	0.2	0.04	34.0
26E	15.0	4.8	1.5	0.8	0.10	12.0	0.5	24.0	2.4	0.58	61.6
27A	7.5	4.8	2.3	0.2	0.04	0.5	0.4	2.3	0.2	0.04	18.2
27B	7.5	4.8	2.1	0.2	0.13	5.8	0.4	2.1	0.2	0.04	23.1
27C	7.5	4.8	1.9	0.2	0.19	3.1	0.4	1.9	0.2	0.04	20.2
28A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
28B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
28C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
28D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
28E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.78	0.5	0.4	1.3	0.2	0.13	17.1
28F	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
29A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
29B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
29C	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
29D	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
29E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.15	23.0	10.5	18.0	0.4	0.04	66.1
29F	7.5	4.8	4.9	8.9	1.70	1.6	0.4	1.3	0.2	0.04	31.2
30A	7.5	4.8	55.0	100.0	70.00	1.2	0.4	19.0	11.0	1.60	270.4
30B	7.5	4.8	13.0	97.0	77.00	0.5	0.4	1.3	3.1	0.93	205.4
30C	7.5	4.8	76.0	84.0	61.00	2.0	0.4	19.0	10.0	1.40	266.0
30D	7.5	9.5	1.8	0.2	0.14	0.6	1.0	1.8	0.2	0.04	22.8
30E	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.5	1.3	0.2	0.04	16.4
30F	9.0	5.8	2.0	9.6	4.00	0.9	0.6	2.0	2.1	0.47	36.4
31A	12.0	21.3	4.2	0.2	0.32	1.2	2.1	4.2	0.2	0.04	45.8
32A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	1.5	0.4	1.3	0.2	0.04	17.3
32B	61.0	10.0	1.5	2.3	0.66	43.0	0.8	1.3	0.8	0.16	121.4
32C	67.0	10.0	4.8	2.7	0.71	73.0	2.6	1.3	0.8	0.15	163.0

ANNEXE H-3. ÉQT DE 2,3,7,8-T_4CDD (pg/g) - SITES À L'INTÉRIEUR DES TERRES

SITES D'ÉCHANTILLONNAGE	Contribution relative (pg/g)										ÉQT, TOTAL (pg/g)
	2378-T_4CDD	P_5CDD	H_6CDD	H_7CDD	O_8CDD	2378-T_4CDF	P_5CDF	H_6CDF	H_7CDF	O_8CDF	
33A	7.5	7.5	1.6	0.3	0.04	0.5	0.8	1.6	0.3	0.04	19.9
33B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.5	0.2	0.04	16.5
33C	7.5	4.8	2.6	0.3	0.08	0.5	0.4	2.6	0.3	0.04	19.1
34A	7.5	4.8	2.1	0.4	0.04	0.6	0.4	2.1	0.4	0.04	18.2
34B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.5	0.2	0.04	16.5
34C	7.5	5.8	2.1	0.2	0.04	0.6	0.6	2.1	0.2	0.04	19.1
35A	7.5	4.8	1.5	1.0	0.27	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	17.3
36A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
37A	7.5	4.8	5.2	1.6	0.59	4.6	0.4	1.3	0.2	0.04	26.1
38A	43.0	4.8	1.5	0.2	0.08	5.7	4.2	4.2	0.2	0.04	63.9
39A	7.5	4.8	5.1	1.0	0.21	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	20.8
40A	7.5	4.8	1.5	0.7	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.7
41A	7.5	4.8	1.5	0.5	0.17	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.7
42A	7.5	4.8	1.5	0.8	0.35	2.5	0.4	1.3	0.5	0.16	19.6
42B	7.5	15.5	1.5	0.3	0.04	0.5	1.6	1.3	0.3	0.04	28.3
42C	9.0	25.8	3.3	0.4	0.10	0.9	2.6	3.3	0.4	0.04	45.6
42D	8.5	13.8	3.1	0.4	0.07	0.9	1.4	3.1	0.4	0.07	31.6
43A	7.5	4.8	1.5	1.3	0.36	1.4	0.4	1.3	0.5	0.04	18.9
44A	7.5	4.8	4.0	0.8	0.32	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	19.7
44B	7.5	4.8	1.5	0.6	0.17	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.8
44C	7.5	4.8	11.0	11.0	2.60	1.8	0.4	2.7	1.6	0.21	43.5
44D	10.0	4.8	6.2	6.1	1.90	0.5	0.4	7.7	2.7	0.26	40.4
45A	7.5	4.8	1.5	2.5	0.96	9.1	0.4	1.3	0.8	0.04	28.7
45B	7.5	4.8	1.5	0.7	0.49	3.4	0.4	1.3	0.4	0.04	20.4
45C	7.5	4.8	1.5	0.6	0.14	2.0	0.4	1.3	0.2	0.04	18.3
46A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.12	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.4
46B	7.5	4.8	1.5	0.5	0.09	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.6
47A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
47B	7.5	4.8	1.5	0.2	0.15	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.4
48A	7.5	4.8	1.5	0.2	0.04	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	16.3
48B	7.5	4.8	1.5	1.7	0.54	0.5	0.4	1.3	0.2	0.04	18.2

ANNEXE I

GRANULOMÉTRIE ET TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE

ANNEXE I-1 Granulométrie et teneur en carbone organique des sédiments de fond.

ANNEXE I-2 Graphiques de la distribution granulométrique (proportions d'argile et de limon) et de la teneur en carbone organique des sédiment recueillis en Colombie-Britannique (côte et intérieur des terres), dans les Prairies, en Ontario, au Québec et dans les provinces de l'Atlantique.

ANNEXE I-3 Relation entre les concentrations de PCDD/PCDF et les caractéristiques des sédiments (pourcentages d'argile, de fines et teneur en carbone organique) des sites de la côte et de ceux situés en aval dans les terres.

ANNEXE I-1

GRANULOMÉTRIE ET TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE DES SÉDIMENTS DE FOND

ANNEXE I-1. GRANULOMÉTRIE ET TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE DES SÉDIMENTS DE FOND

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2] % Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
1. Fletcher Challenge (Elk Falls Pulp Division) Détroit de Géorgie Côte	A	9.50	NA	NA	NA	NA
	B	0.32	0.8	1.7	97.5	0.0
	C	0.17	1.2	3.1	90.2	5.4
2. Fletcher Challenge (Crofton Division) Détroit de Géorgie Côte	A	0.47	3	10	82	5
	(AA)[3]	NA	NA	NA	NA	NA
	B[4]	5.81	9	41	50	0
	C[4]	8.20	5	56	39	0
3. Canadian Pacific Forest Prod. (Gold River) Côte	A	7.01	1.3	6.0	62.9	29.8
	B	1.69	1.2	3.0	63.3	32.5
4. Weyerhaeuser Canada (Kamloops) Rivière Thompson En amont	A	0.7	5.4	13.3	73.1	8.2
	B	0.27	3.3	7.3	88.2	1.2
	C	0.37	4.8	25.4	67.9	1.9
Weyerhaeuser Canada (Kamloops) Rivière Thompson En aval	D	1.2	-	2.5*	97.1	0.4
	E	1.1	-	3.4*	96.1	0.5
	F	0.28	-	10.4*	86.6	0.0

(1) les description pour les sites particuliers sont données à l'annexe A.2
(2) les catégories granulométriques sont définies comme suit : gravier = 2-64 mm, sable = 0,062 mm - 2 mm
limon = 0,004-0,062 mm, argile < 0,004 mm
(3) échantillons en double
(4) analyse effectuée sur un échantillon de petite taille : la représentativité des résultats n'est pas assurée

NA non analysé
* % granulométrique de limon et d'argile combinés

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2]			
			% Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
5. Eurocan Pulp & Paper (Kitimat), rivière En amont	A	0.66	5.3	23.6	71.1	0.0
	B	0.77	7.0	36.9	55.9	0.2
	C	0.39	4.2	11.3	84.3	0.2
Eurocan P&P Rivière Kitimat En aval	D	0.55	5.3	31.1	63.6	0.0
	E	0.25	5.4	16.9	77.6	0.1
	F	1.86	12.0	62.6	25.4	0.0
Eurocan P&P Kitimat, bras Côte	G	.06	4	74	22.0	0.0
	H	1.39	3	50	46.3	0.7
	I	4.75	0	0.4	99.0	0.6
6. Fletcher Challenge (MacKenzie Pulp Division) Lac Tudyah En amont	A	0.42	3.2	4.2	91.6	1.0
	B	0.4	4.3	8.6	86.7	0.4
	C	0.51	3.9	5.4	90.4	0.3
Fletcher Challenge (MacKenzie Pulp Division) Lac Williston En aval	D	10.6	20.0	51.8	27.4	0.8
	E	5.8	19.7	77.4	2.9	0.0
	F	4.4	21.9	69.2	8.9	0.0
7. MacMillan Bloedel (Harmac Pulp Division) Détroit de Géorgie Côte	A	4.65	2.0	11.0	69.0	18.0
	(AA)[3]	NA	NA	NA	NA	NA
	B	NA	NA	NA	NA	NA
	C	NA	NA	NA	NA	NA
8. MacMillan Bloedel (Alberni Division) Alberni Inlet Côte	A	NA	NA	NA	NA	NA

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2] % Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
9. Canfor Port Mellon Pulp (Détroit de Howe) Côte	A(4)	0.87	0.0	4.0	88.0	8.0
	B	0.35	0.0	3.0	92.0	5.0
10. MacMillan Bloedel (Powell River Division) Détroit de Géorgie Côte	A	NA	NA	NA	NA	NA
11. Northwood Pulp & Timber (Prince George) Fleuve Fraser En aval	A	0.31	8.0	36.0	56.0	0.0
	B	12.0	5.7	60.9	33.2	0.2
	C	6.8	5.0	34.8	60.2	0.0
	D	6.4	5.5	38.5	55.9	0.0
12/13 Canfor Pulp and Inter-continental Pulp (Prince George) En amont	A	0.52	8.1	46.7	45.2	0.0
	B	0.97	8.3	56.2	33.6	1.9
	C	0.87	37.2	54.8	5.8	2.2
Canfor Pulp and Inter-continental Pulp (Prince George) Fleuve Fraser En aval	D	0.31	8.0	36.0	56.0	0.0
	E	0.42	5.8	40.4	53.6	0.2
	F	0.47	5.2	27.0	67.3	0.5
	G	0.15	4.0	9.1	86.9	0.0

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2] % Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
14. Skeena Cellulose (Prince Rupert) Détroit d'Hecate Côte	A	1.96	41.8	55.7	2.5	0.0
	B	1.61	36.8	61.2	2.0	0.0
15. Cariboo Pulp & Paper (Quesnel) Fleuve Fraser En aval	A	NA	NA	NA	NA	NA
	B	0.58	9.2	46.5	44.0	0.3
	C	0.76	9.7	42.3	47.2	0.8
	D	0.67	10.8	28.3	59.5	1.4
16. Crestbrook Forest Ind. (Pulp Division) Rivière Kootenay En amont	A	5.4	6.2	27.9	65.9	0.0
	B	4.7	5.4	21.4	73.2	0.0
Crestbrook Forest Ind. (Pulp Division) Rivière Kootenay En aval	C	13.0	8.5	54.0	37.5	0.0
	D	4.2	5.9	20.9	73.2	0.0
	E	4.2	2.0	34.7	63.3	0.0
	F	4.2	12.4	28.2	59.4	0.0
17. Western Pulp Partnership (Woodfiber) Détroit de Howe Côte	A	NA	NA	NA	NA	NA
	B(4)	4.46	10	67	23	0
	C	1.26	29	68	3	0

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2]			
			% Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
18. Finlay Forest Industries (MacKenzie) Lac Williston En aval	A	24.0	1.5	5.8	92.7	0.0
	B	16.7	7.4	21.0	76.6	0.0
	C	5.9	30.3	66.7	3.0	0.0
19. Quesnel River Pulp Fleuve Fraser En amont	A	0.22	7.5	33.2	57.9	1.4
	B	0.17	5.3	26.0	68.7	0.0
	C	0.15	12.0	14.3	46.5	27.2
Quesnel River Pulp Fleuve Fraser En aval	D	2.4	7.5	33.5	49.2	9.8
	E	0.22	3.4	5.8	89.9	0.9
	F	2.5	11.4	61.7	26.6	0.3
20. Celgar Pulp (Power Consolidated) Lac Arrow En amont	A	0.29	-	4.1*	95.0	0.9
	B	0.14	-	3.3*	95.2	1.5
	C	0.92	6.7	39.2	52.5	1.6
Celgar Pulp (Power Consolidated) Rivière Columbia En aval	D	21.0	3.2	37.3	59.5	0.0
	E	4.7	5.4	55.0	39.6	0.0
	F	1.1	3.8	37.2	58.9	0.1
21. Proctor & Gamble Pulp (Grande Prairie) Rivière Wapiti En amont	A	1.24	24	43	33	0.0
	(AA)[3]	1.17	24	43	33	0.0
Proctor & Gamble Pulp Rivière Wapiti En aval	B	2.08	8	27	65	0.0
	(BB)[3]	1.72	10	23	67	0.0

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2] % Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
22. Weldwood of Canada (Hinton) Rivière Athabasca En amont	A	0.75	8.0	88.0	4.0	0.0
	(AA)[3]	0.69	8.0	88.0	4.0	0.0
Weldwood of Canada (Hinton) Rivière Athabasca En aval	B	5.87[5]	11.9	45.8	42.3	0.0
	(BB)[3]	4.95[5]	10.4	48.4	41.2	0.0
	C	2.04	11.0	77.0	12.0	0.0
23. Weyerhaeuser Canada (Prince Albert) Rivière Saskatchewan-Nord En aval	A	2.17[5]	7.1	17.8	74.4	0.7
24. Manfor (REPAP) (The Pas) Rivière Saskatchewan En amont	A	NA	44.0	41.2	14.8	0.0
Manfor Rivière Saskatchewan En aval	B	NA	10.0	23.7	65.6	0.7
25. Domtar Inc. (Cornwall) Fleuve Saint-Laurent En amont	A	1.87	4.2	9.0	80.4	6.4
Domtar Inc. Fleuve Saint-Laurent En aval	B	2.75	4.2	4.8	8.1	2.9
	C	4.31	6.2	23.9	69.9	0.0

(5) Résultats pour le carbone total (y compris le carbone minéral)

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site n°[1]	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2]			
			% Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
26. Canadian Pacific Forest Products (Dryden) Lac Wabigoon En amont	A	6.93	2.00	43.0	36.0	0.0
Canadian Pacific Forest (Dryden) Rivière Wabigoon En aval	B	3.54	25.0	65.0	10.0	0.0
	C	4.8	41.0	54.0	5.0	0.0
	D	7.52(5)	10.0	7.0	83.0	0.0
	E	17.19(5)	<0.01	3.3	96.7**	-
27. E.B. Eddy Forest Products (Espanola) Rivière Spanish En amont	A	1.91	9.3	28.0	61.7	1.0
E.B. Eddy Forest Products Rivière Spanish En aval	B	0.34	0.0	0.8	40.8	58.6
	C	0.57	0.0	0.2	40.6	59.0
28. Boise Cascade Canada	A,B,C,D,E,F	NA	NA	NA	NA	NA
29. James River Marathon Lac Supérieur En aval	A	0.14	0.0	4.0	26.0	0.0
	B	0.06	0.0	1.0	99.0	0.0
	C	0.07	0.0	1.0	99.0	0.0
	D	0.04	0.0	1.0	99.0	0.0
	E	1.54	11.0	32.0	57.0	0.0
	F	1.0	0.0	23.0	77.0	0.0

NA non analysé
(5) résultats pour le carbone total (y compris le carbone minéral)

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2] % Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
30. Domtar (Container Board Division) Red Rock Lac Supérieur En aval	A	3.26	27.0	63.6	9.4	0.0
Domtar (Container Board Division) Red Rock Lac Supérieur En aval	A	10.0	6.0	70.0	24.0	0.0
	B	13.4	5.0	60.0	35.0	0.0
	C	25.7	3.0	57.0	40.0	0.0
	E	3.14	50.0	48.5	1.2	0.3
	F	7.72	15.2	48.0	36.8	0.0
31. Fraser Inc. (Thorold) En aval	A	7.17	0.0	1.6	95.4	3.0
32. Kimberly Clark (Terrace Bay Division) Lac Supérieur En aval	A	0.25 (5)	0.0	4.0	93.9	3.0
	B	32.96 (5)	0.0	37.0	63.0	0.0
	C	11.3	7.0	41.0	52.0	0.0
33. C.P. Forest Products (Thunder bay Div.) Rivière Kaministiuga En amont	A	1.41	13.1	55.2	31.7	0.0
C.P Forest Products Rivière Kaministiuga En aval	B	1.50	5.8	22.0	63.5	8.7
	C	3.28	10.0	85.4	4.6	0.0

(5) résultats pour le carbone total (y compris le carbone minéral)

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2]			
			% Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
34. Malette Kraft Pulp & Power (Smooth Rock Falls) Rivière Mattagami En amont	A	5.24	29.0	56.6	14.4	0.0
Malette Kraft Pulp & Power (Smooth Rock Falls) Rivière Mattagami En aval	B	2.10	14.5	6.8	72.7	6.0
	C	0.84	5.5	12.2	63.6	18.7
35. Tembec Inc. Rivière des Outaouais En aval	A	3.75	1.0	11.0	88.0	0.0
36. Cascades (Jonquière) Rivière Saguenay En aval	A	1.22	10.0	47.0	43.0	0.0
37. Les Produits Forestiers Canadien Pacifique Ltée (La Tuque) Rivière Saint-Maurice En aval	A	3.67	1.0	42.0	57.0	0.0
38. Produits des Pâtes et Papiers Domtar (Lebel-sur-Quévillon) Rivière Quévillon En aval		3.81	41.0	43.0	16.0	0.0
39. Stone Consolidated Inc. (Divison Pontiac) Portage-du-Fort Rivière des Outaouais En aval	A	4.12	20.0	64.0	16.0	0.0

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2] % Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
40. Donohue St-Félicien Inc. (Saint-Félicien) Rivière Mistassini En aval	A	2.76	3.0	49.0	48.0	0.0
	AA	2.56	7.0	45.0	48.0	0.0
	AAA	2.85	7.1	36.9	55.8	0.2
41. Industries James MacLaren Inc. (Thurso) Rivière des Outaouais En aval	A	3.77	11.0	5.0	84.0	0.0
42. Stone Consolidated Inc. (Trois Rivières) Rivière Saint-Maurice En amont	A	1.5	0.04	44.5	55.0	0.0
Stone Consolidated Inc. Rivière Saint-Maurice En aval	B	0.04	0.0	0.2	97.9	1.9
	C	0.03	0.0	0.1	100.0	0.0
	D	0.08	-	10.7*	87.9	2.4
43. Les Papiers Fins Domtar (Windsor) Rivière Saint-François En aval	A	3.01	4.0	44.0	50.0	2.0
44. St. Anne-Nackawic (Nackawic) Rivière Saint-Jean En amont	A	2.12	10.0	67.0	23.0	0.0
	B	2.08	20.0	60.0	20.0	0.0
St. Anne-Nackawic Rivière Saint-Jean En aval	C	4.95	9.0	75.0	16.0	0.0
	D	5.17	22.0	58.0	17.0**	3.0

Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2]			
			% Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
45. Miramichi Pulp & Paper (Newcastle) Rivière Miramichi En amont	A	8.32	29.1	60.1	10.5	0.3
Miramichi Pulp & Paper Rivière Miramichi En aval	B	1.97	6.3	15.2	73.1	5.4
	C	3.05	6.0	14.0	64.0	16.0
46. Irving Pulp & Paper (St. John) Rivière Saint-Jean En amont	A	0.97	8.0	64.0	28.0	0.0
Irving Pulp & Paper Rivière Saint-Jean En aval	B	0.50	6.0	57.0	27.0	0.0
47. Atholville Pulp Rivière Restigouche En amont	A	1.21	9.0	18.0	73.0	0.0
Atholville Pulp Rivière Restigouche En aval*	B	2.50	17.0	56.7	19.5	6.8
48. Frasers Inc. (Edmundston) Rivière Saint-Jean En amont	A	1.30	8.0	32.4	58.0	2
Fraser Inc. Rivière Saint-Jean En aval	B	3.18	8.0	71.0	21.0	0.0

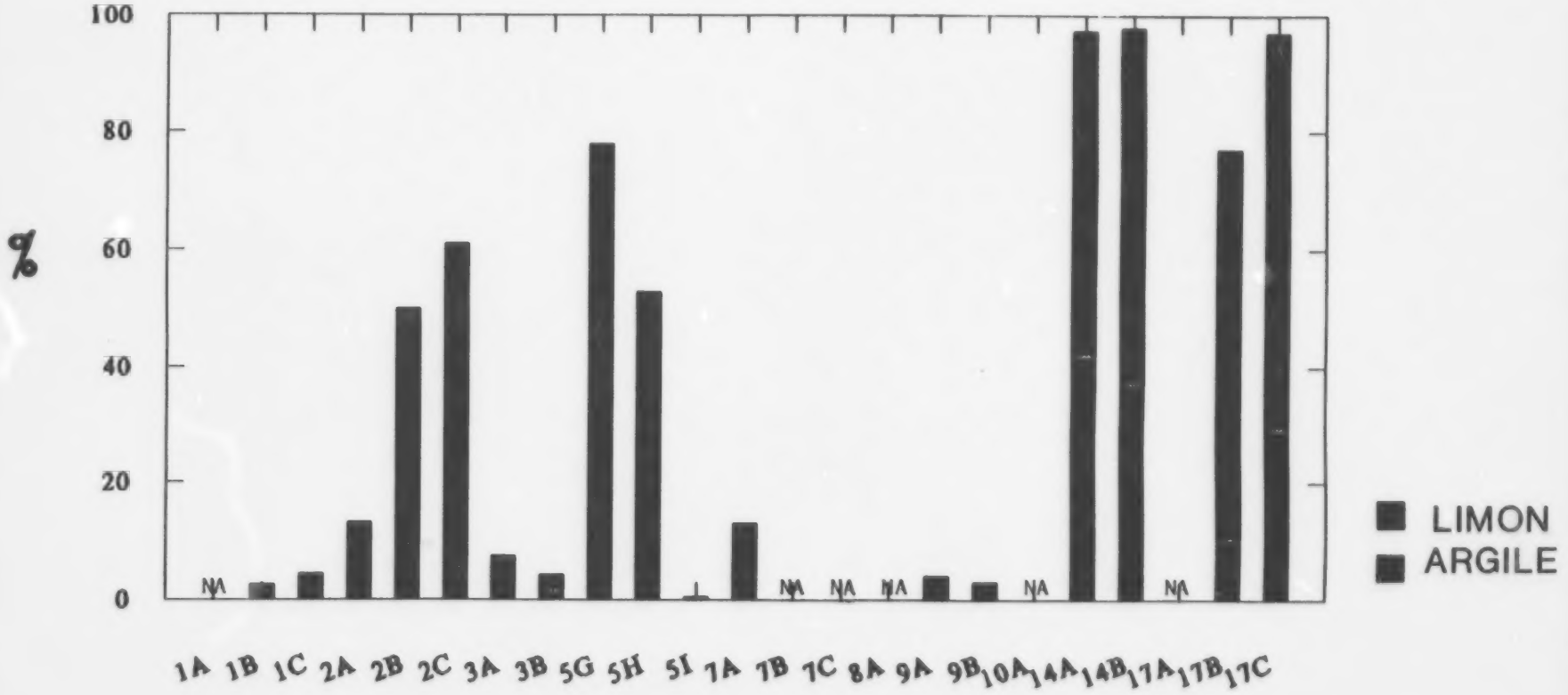
Annexe I-1 (suite)

Lieu d'échantillonnage	Site[1] n°	Carbon organique total (% en poids)	RÉPARTITION GRANULOMÉTRIE[2]			
			% Argile	% Limon	% Sable	% Gravier
49. Scott Maritimes (New Glasgow)	A	0.15	0.0	3.0	97.0	0.0
Détroit de Northumberland Côte	B	0.16	0.0	3.0	97.0	0.0
50. Stora Forest Products (Port Hawkesbury)	A	4.43	NA	NA	NA	NA
Détroit de Canso Côte	B	8.56	2.0	24.0	74.0	0.0
51. Western Pulp Partnership (Port Alice)	A	NA	NA	NA	NA	NA
Côte	B	NA	NA	NA	NA	NA

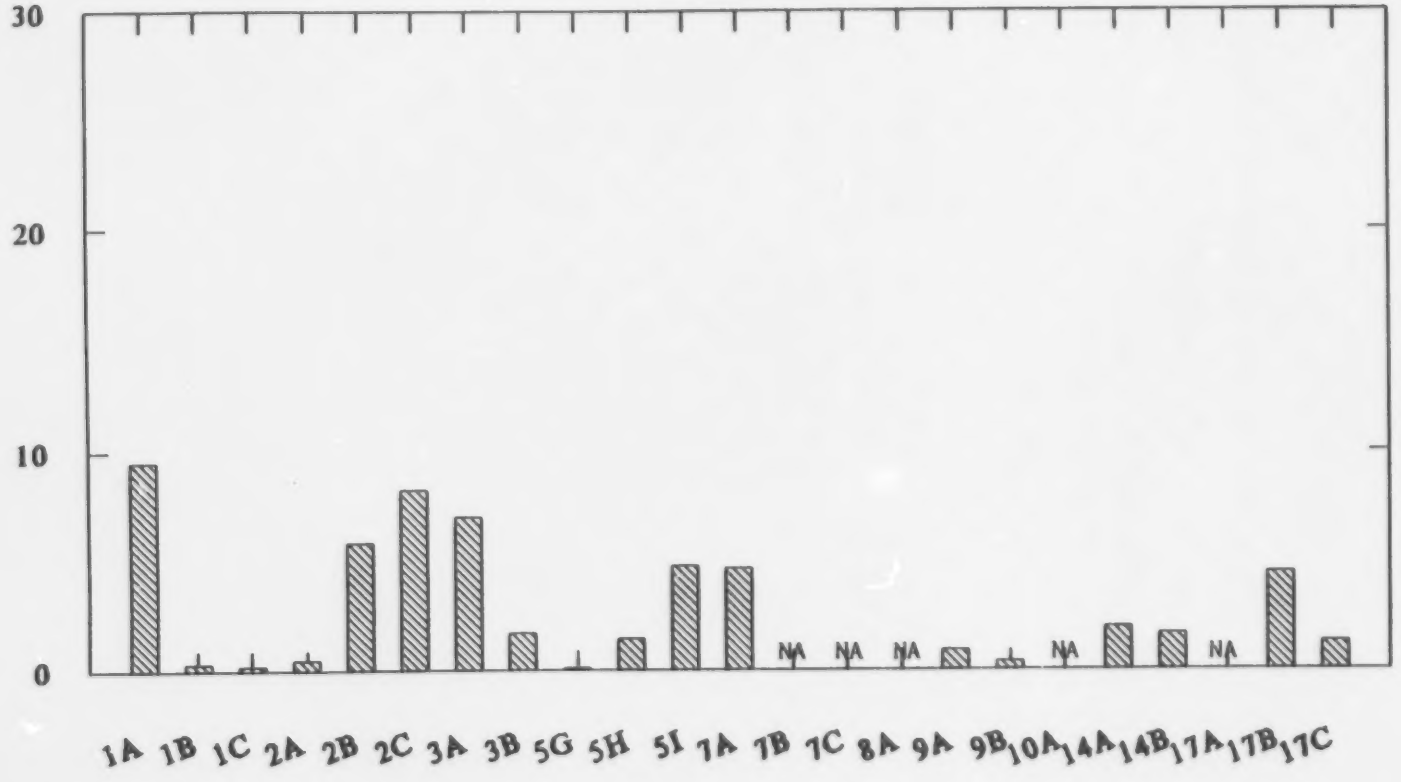
ANNEXE I-2

GRAPHIQUES DE LA RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE (PROPORTION D'ARGILE ET DE LIMON) ET DE LA TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE DES SÉDIMENTS RECUEILLIS EN COLOMBIE-BRITANNIQUE (CÔTE ET INTÉRIEUR DES TERRES), DANS LES PRAIRIES, EN ONTARIO, AU QUÉBEC ET DANS LES PROVINCES DE L'ATLANTIQUE.

RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES CÔTIERS DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

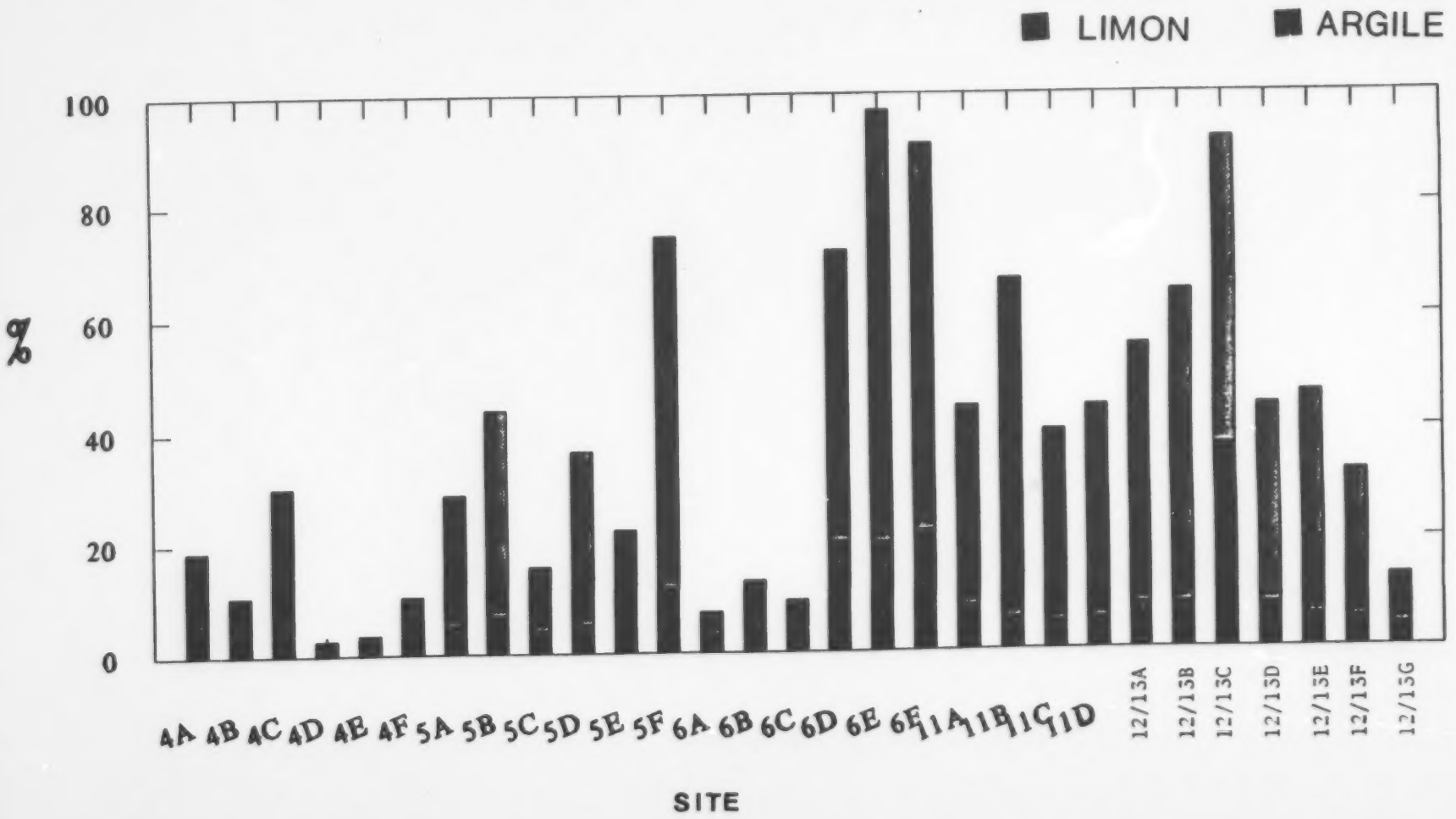


TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES CÔTIERS DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

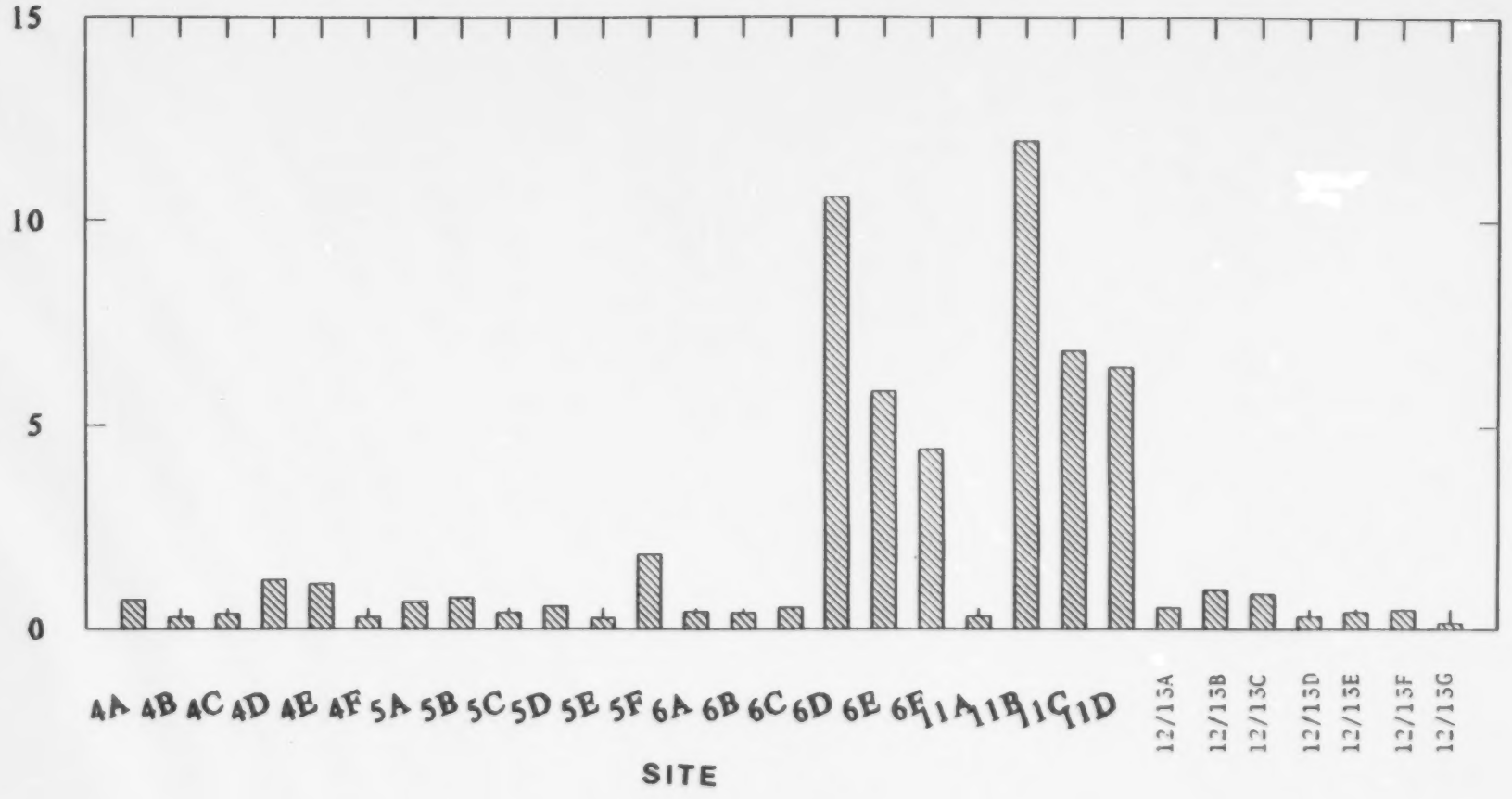


SITE

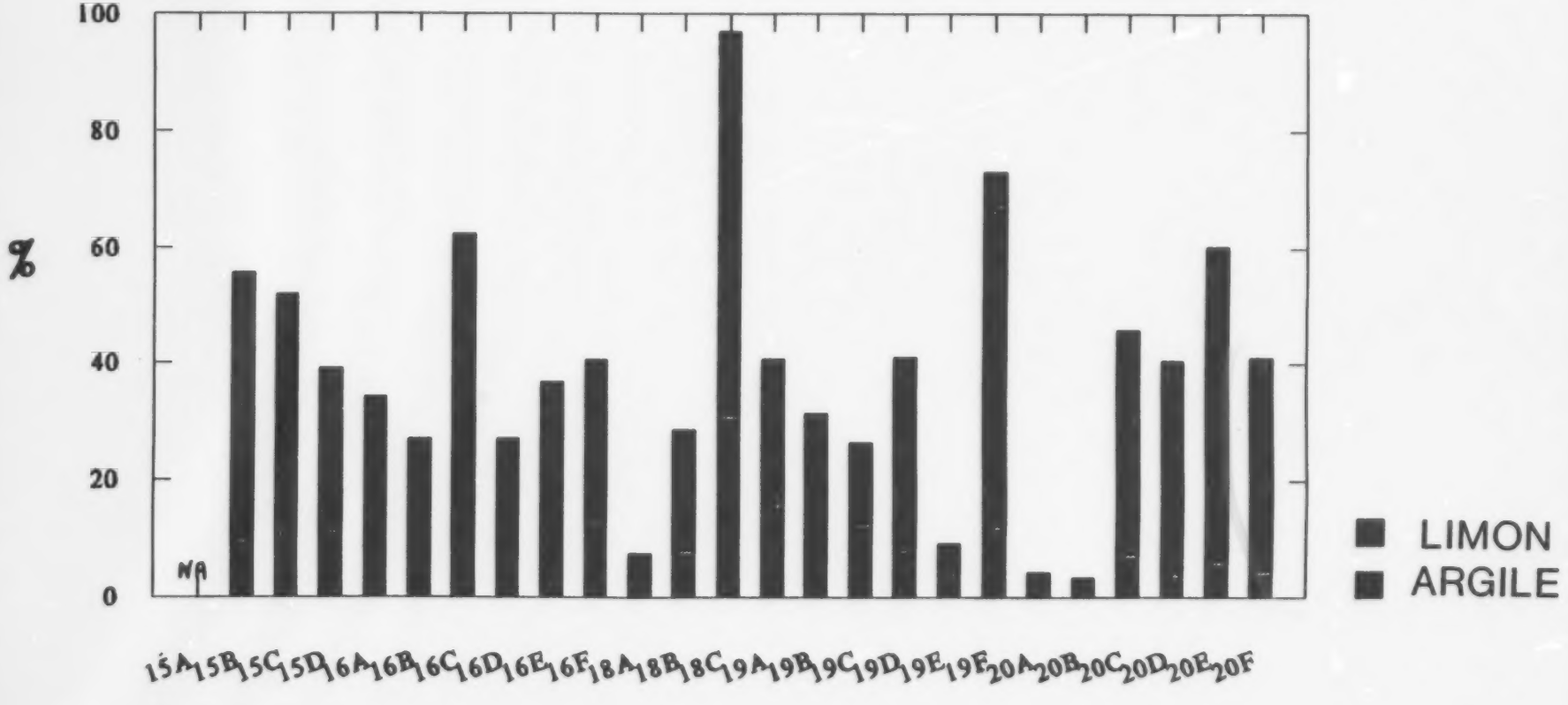
RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES DANS LES TERRES DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE



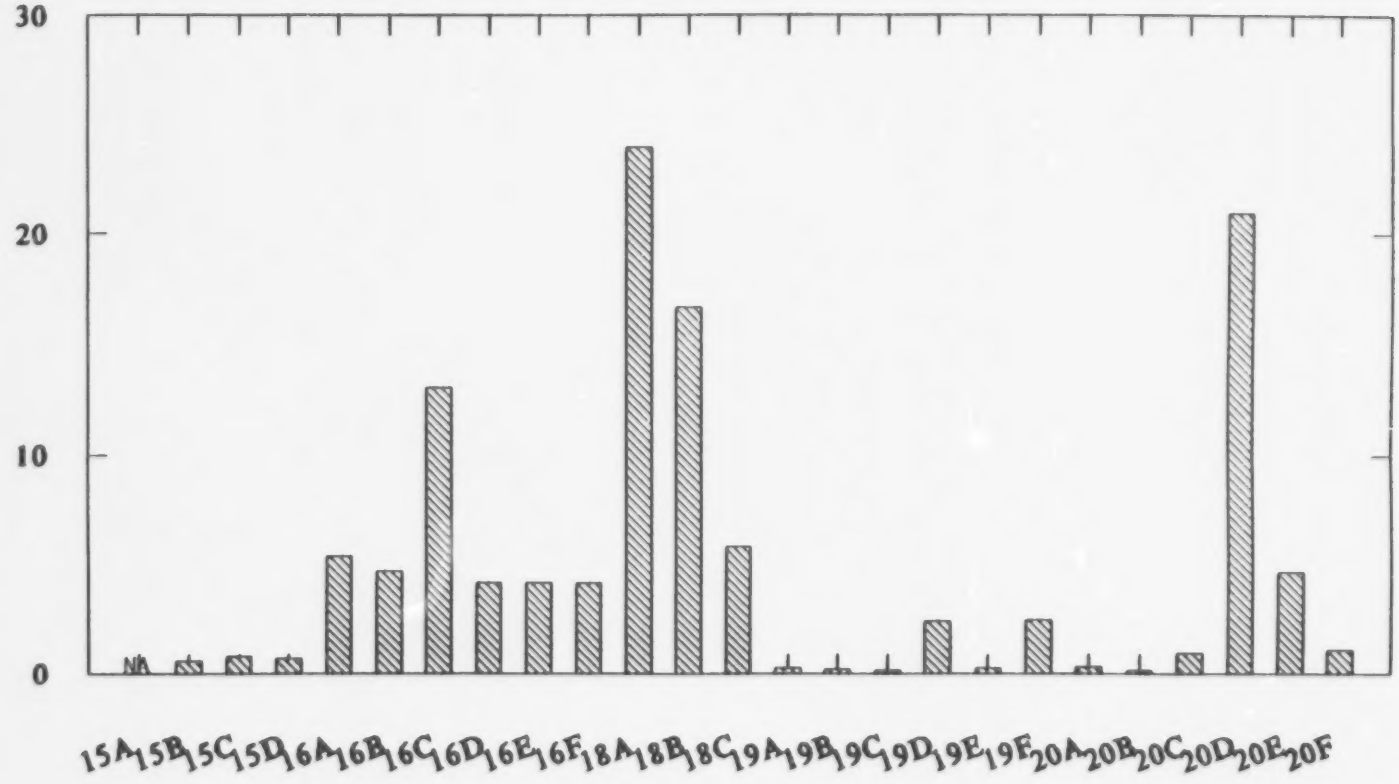
TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES DANS LES TERRES DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE



RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES DANS LES TERRES DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

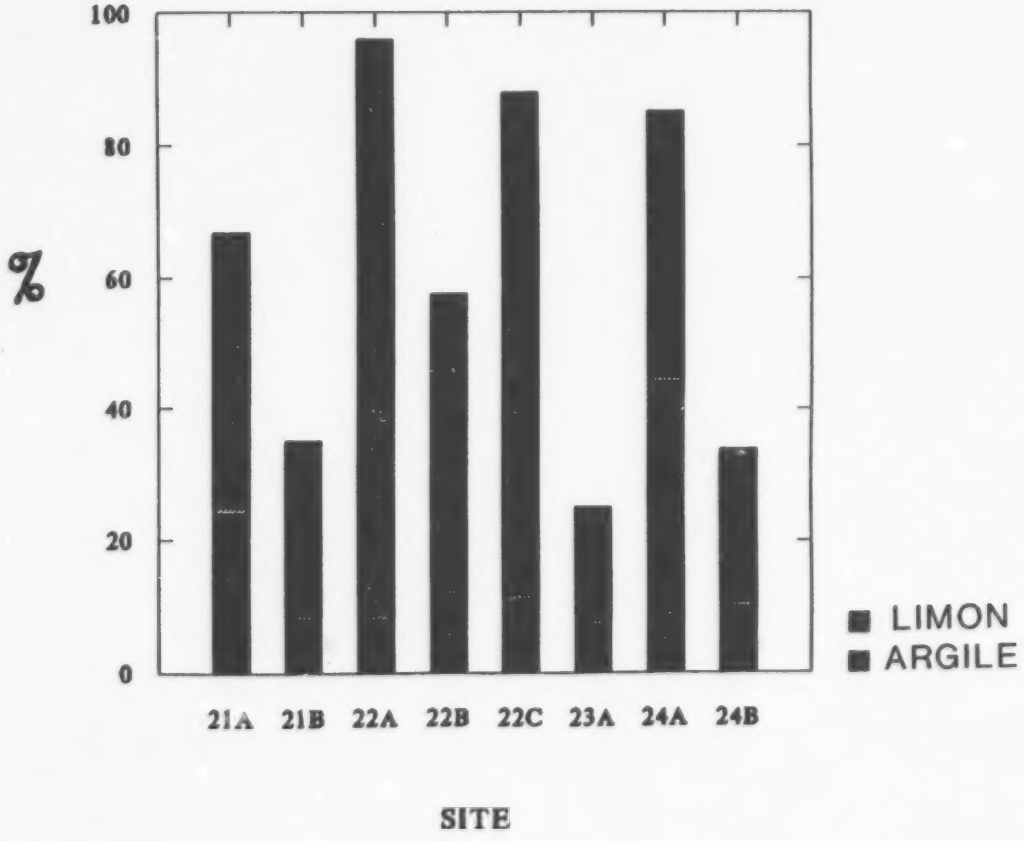


TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES DANS LES TERRES DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

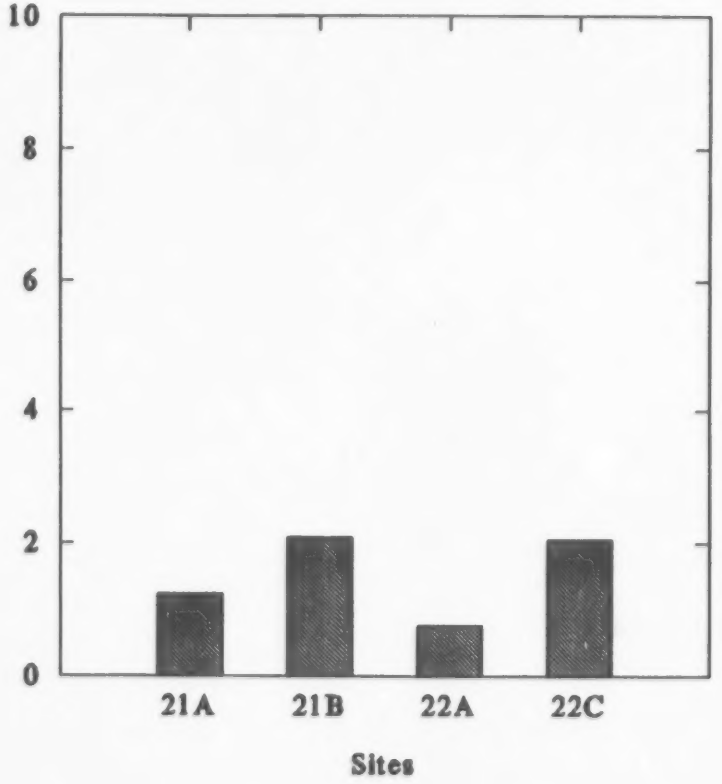


SITE

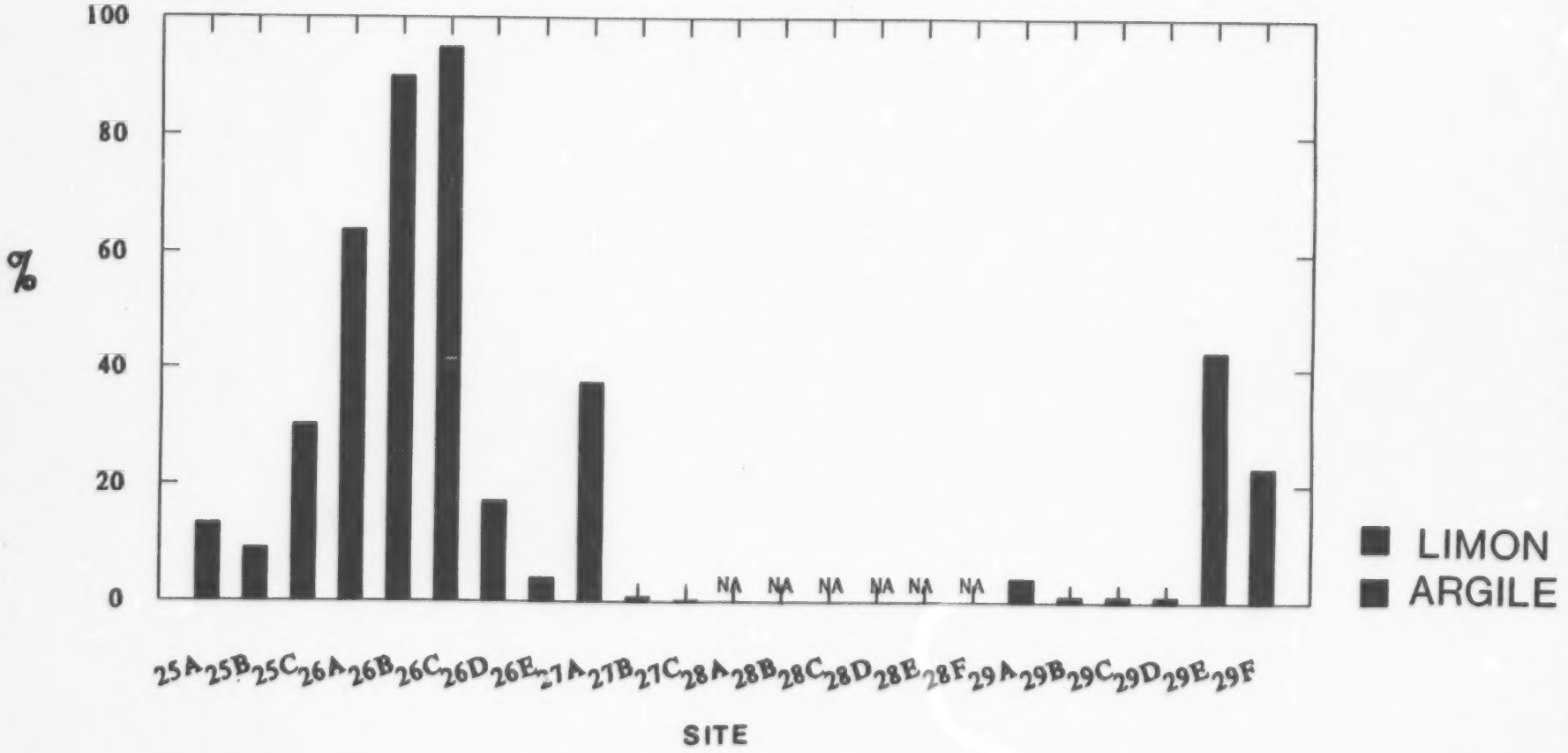
RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES DES PRAIRIES



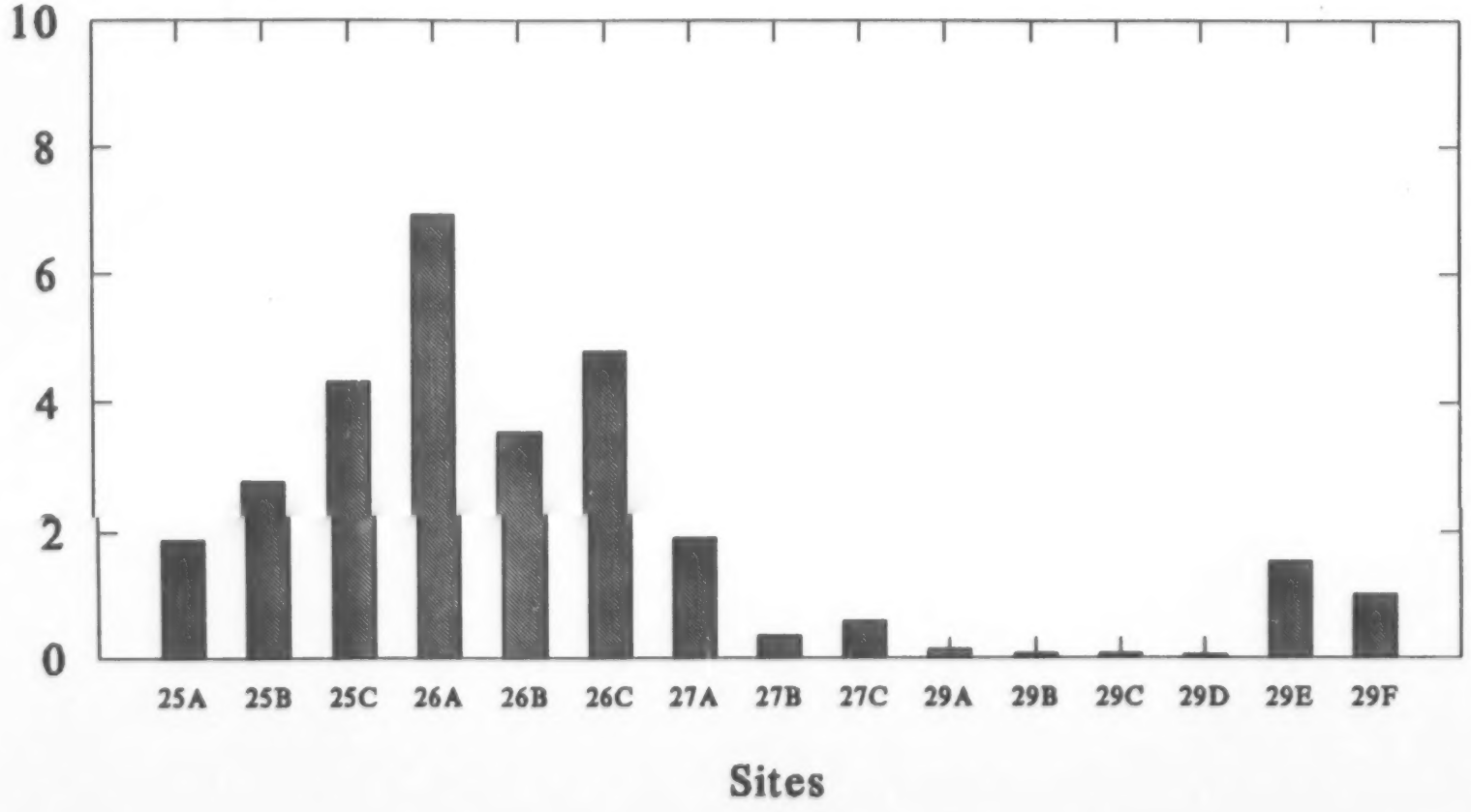
TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES DES PRAIRIES



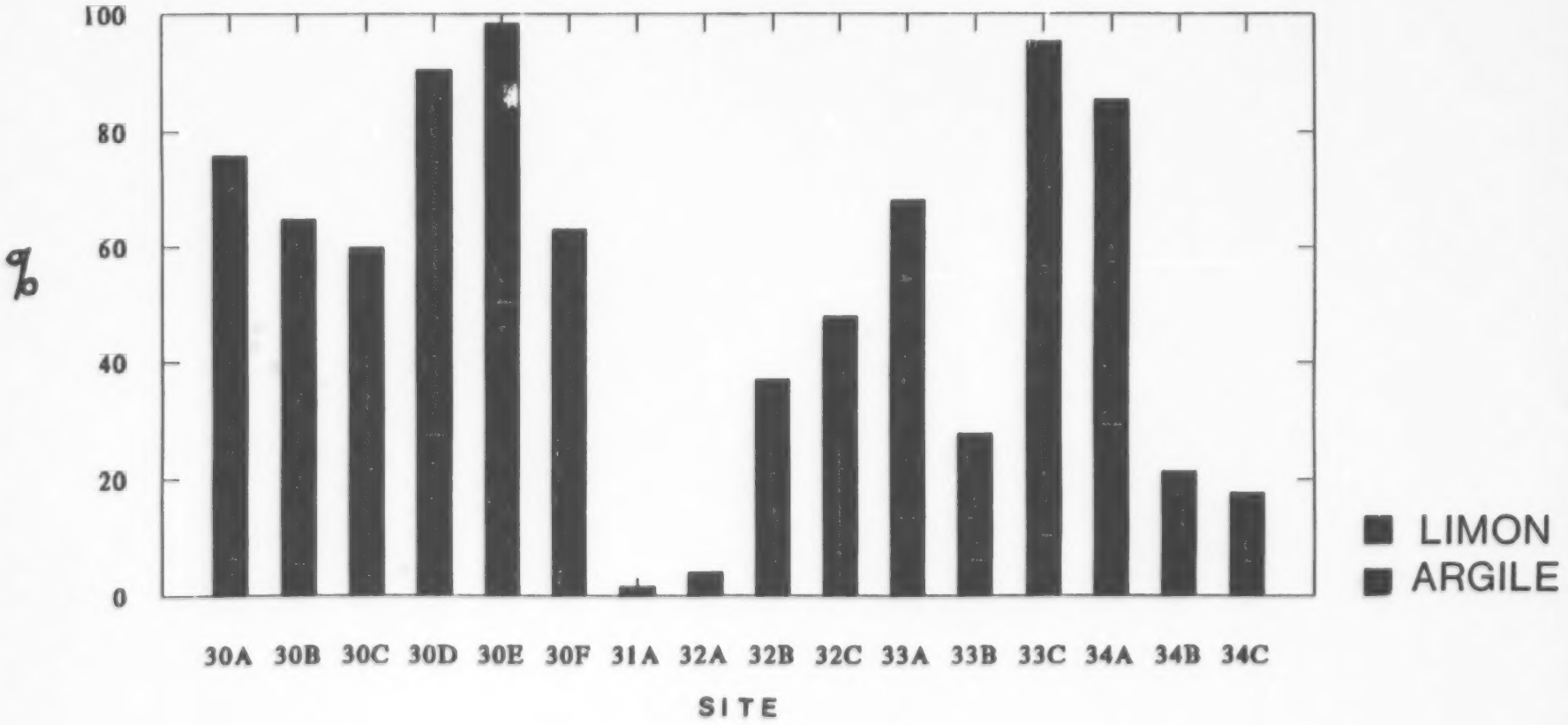
RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES DE L'ONTARIO



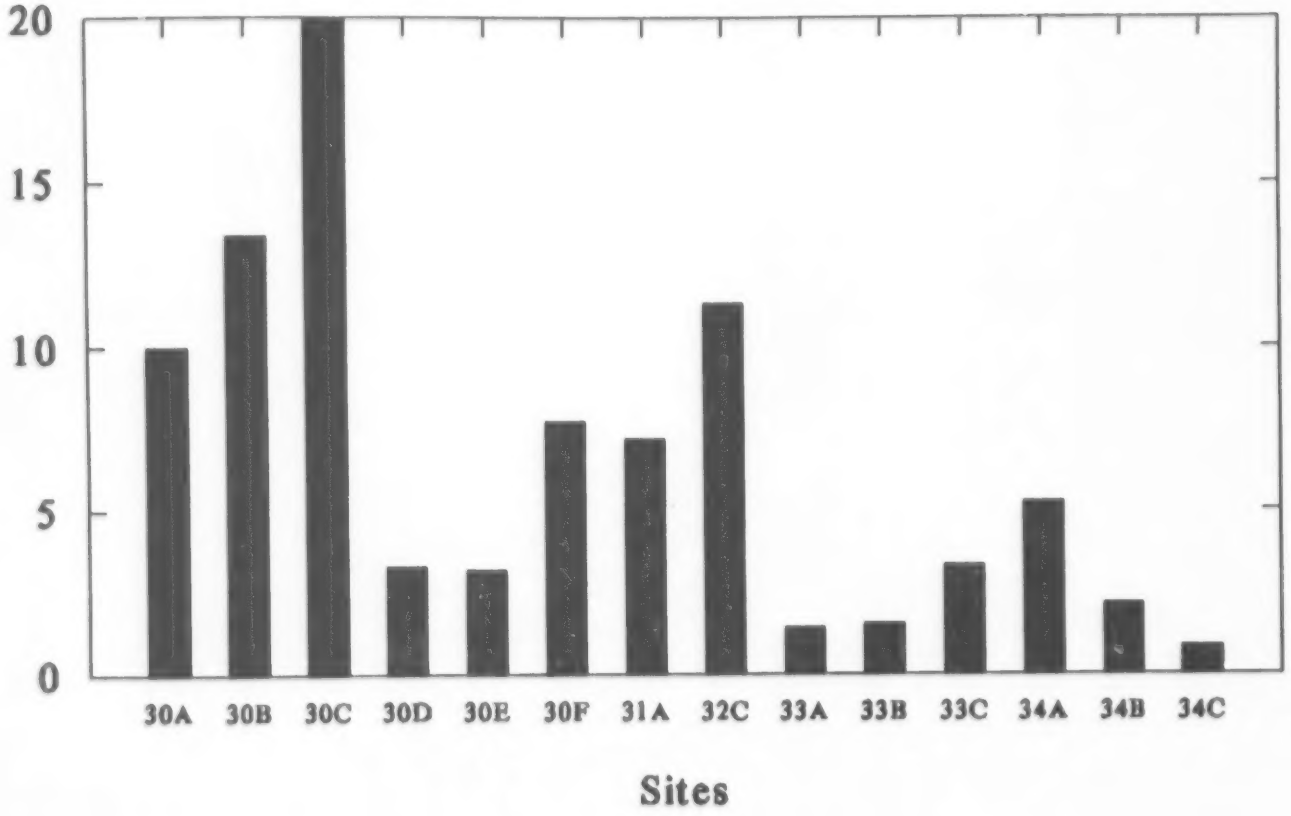
TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES DE L'ONTARIO



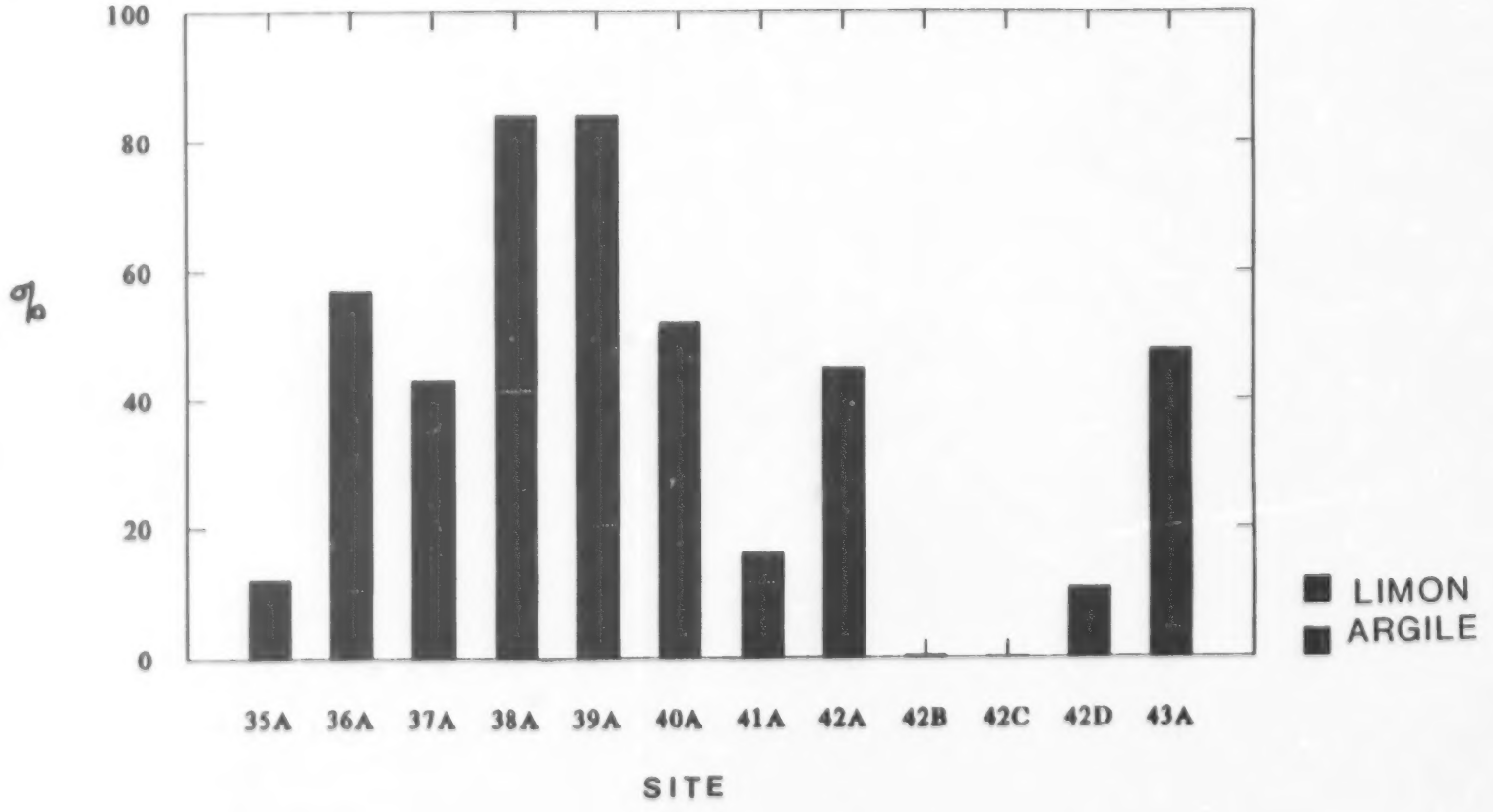
RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES DE L'ONTARIO



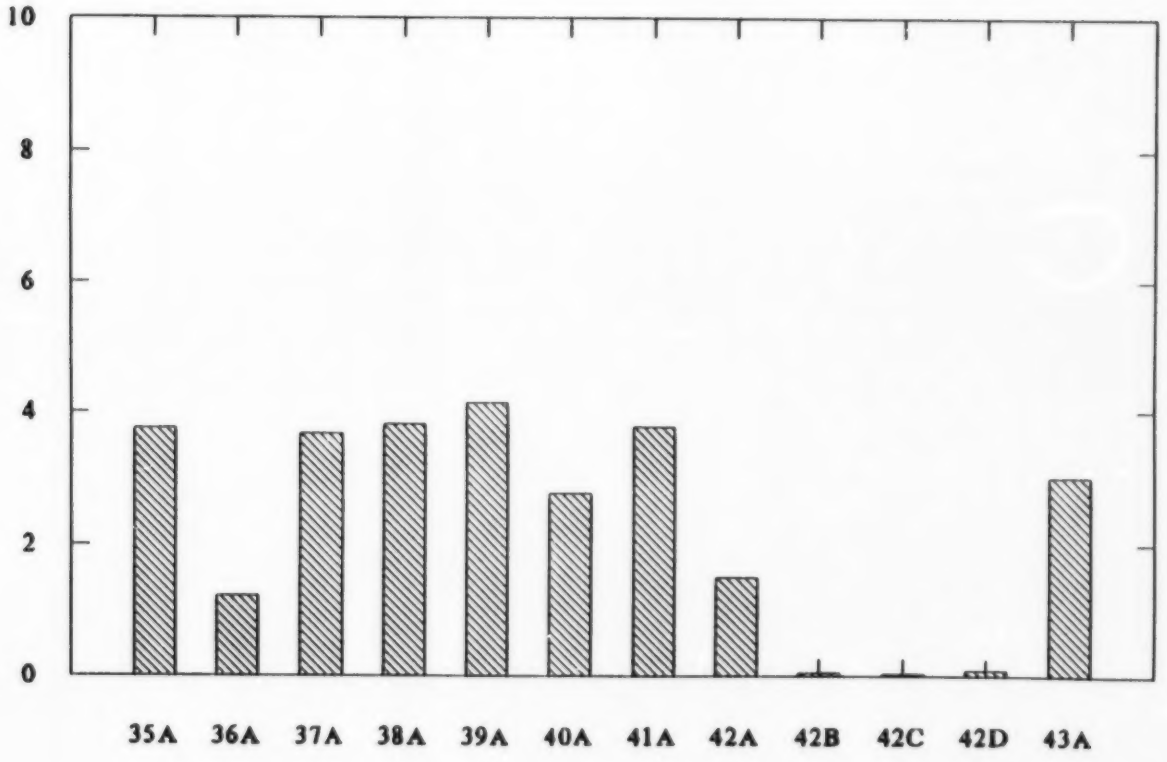
TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES DE L'ONTARIO



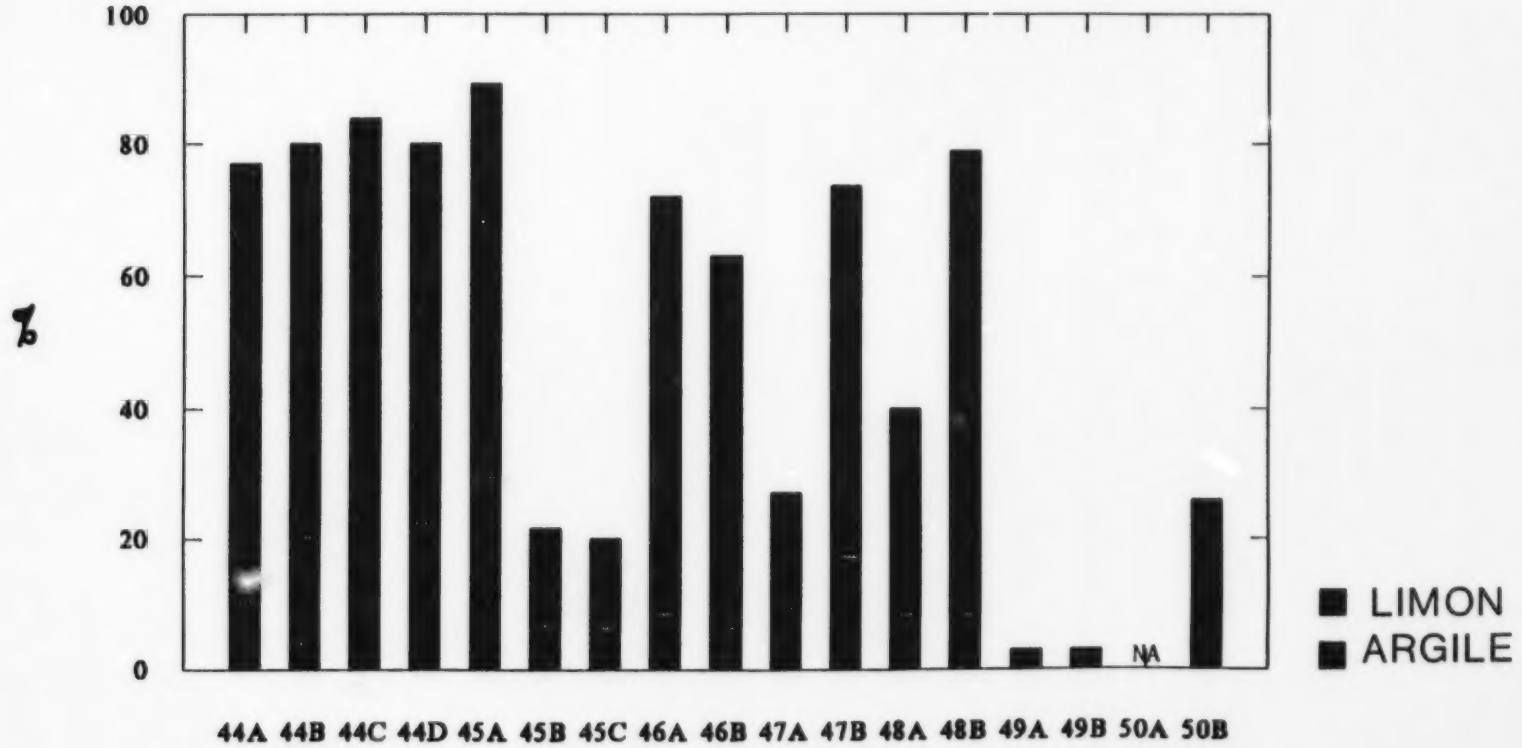
RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES DU QUÉBEC



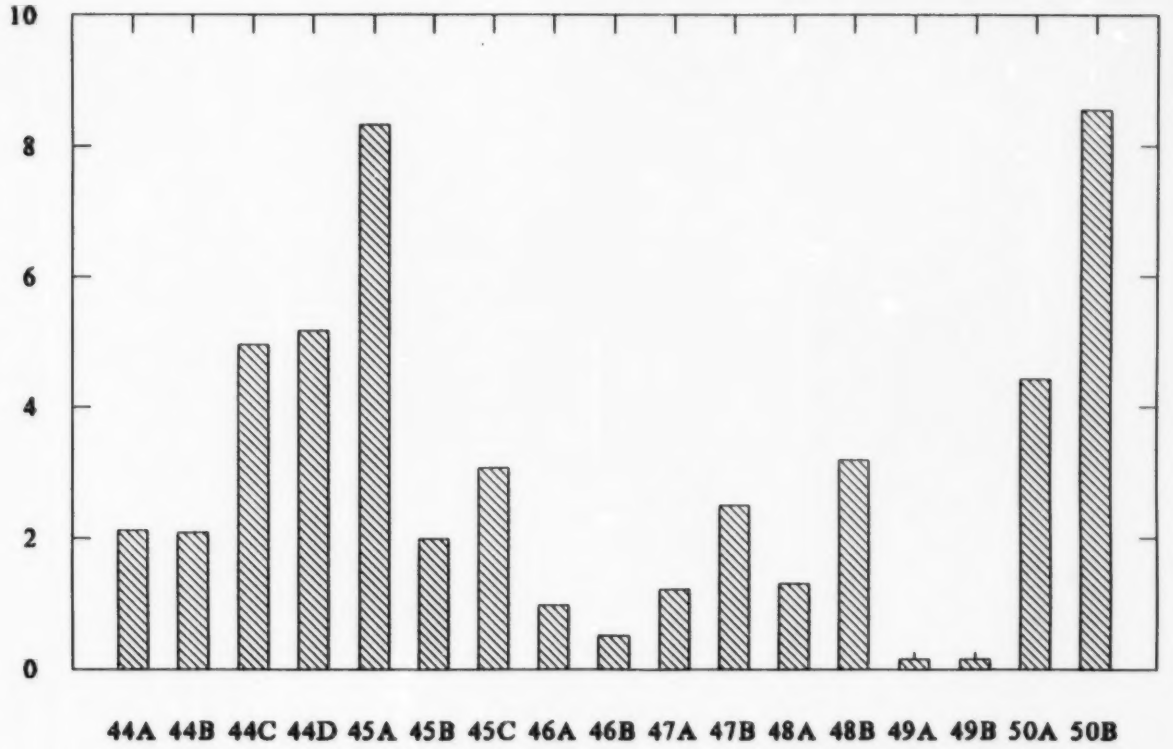
TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES DU QUÉBEC



RÉPARTITION GRANULOMÉTRIQUE
SITES DE LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE



TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE (%)
SITES DE LA RÉGION DE L'ATLANTIQUE

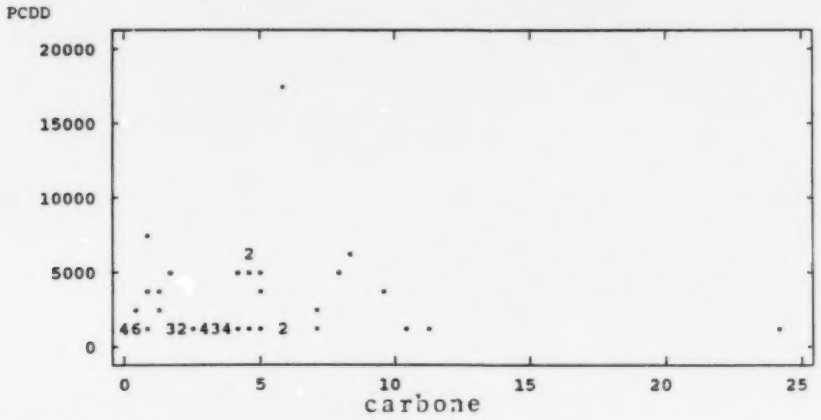


ANNEXE I-3

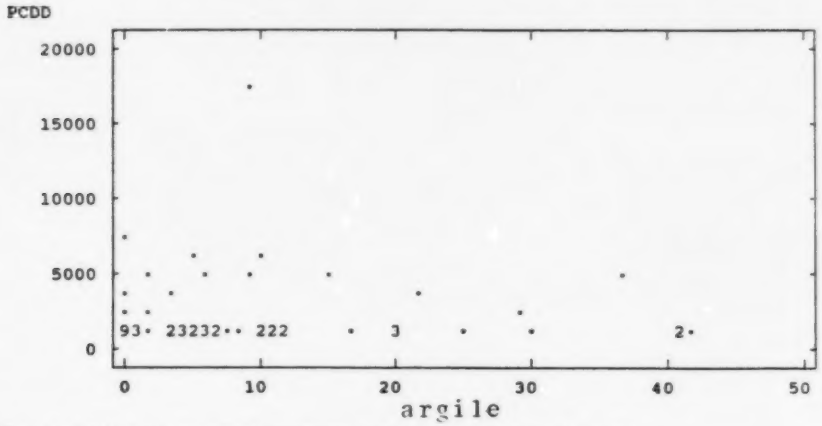
RELATION ENTRE LES CONCENTRATIONS DE PCDD/PCDF ET LES CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS (POURCENTAGES D'ARGILE, DE FINES ET TENEUR EN CARBONE ORGANIQUE) DES SITES DE LA CÔTE ET DE CEUX SITUÉS EN AVAL DANS LES TERRES.

ANNEXE I-3

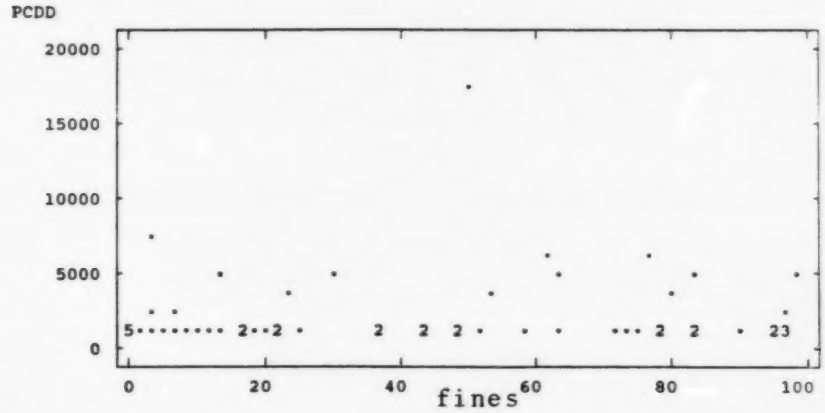
RELATION ENTRE LES CONCENTRATIONS DE PCDD ET LES CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS - SITES CÔTIERS ET SITES DE L'INTÉRIEUR DES TERRES, EN AVAL



* 61 cas dont les valeurs manquent ne sont pas représentés



* 58 cas dont les valeurs manquent ne sont pas représentés

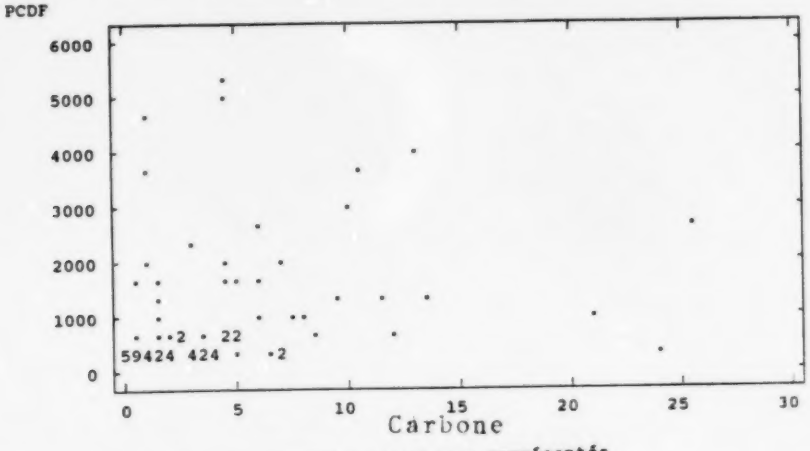


* 58 cas dont les valeurs manquent ne sont pas représentés

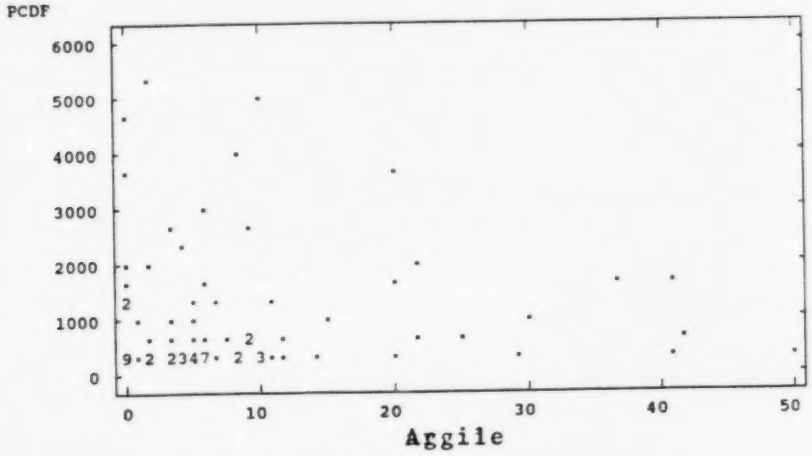
* Les concentration inférieures aux limites de détection sont considérées comme valeurs manquantes

ANNEXE I-3

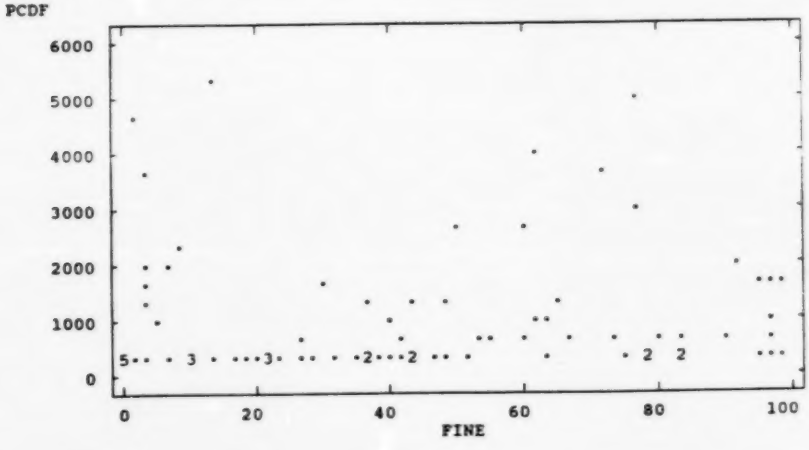
RELATION ENTRE LES CONCENTRATIONS DE PCDF ET LES CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS - SITES CÔTIERS ET SITES DE L'INTÉRIEUR DES TERRES, EN AVAL



* 36 cas dont les valeurs manquent ne sont pas représentés



* 34 cas dont les valeurs manquent ne sont pas représentés



* 34 cas dont les valeurs manquent ne sont pas représentés

* Les concentration inférieures aux limites de détection sont considérées comme valeurs manquantes